



**UNIVERSIDADE SALVADOR  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
MESTRADO EM REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA**

**GEORGE AUGUSTO BATISTA CÂMARA**

**ASPECTOS IMPORTANTES DO ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO  
DE CO<sub>2</sub> E UMA PROPOSTA PARA O SEU MODELO REGULATÓRIO  
NO BRASIL**

Salvador  
2009

**GEORGE AUGUSTO BATISTA CÂMARA**

**ASPECTOS IMPORTANTES DO ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO  
DE CO<sub>2</sub> E UMA PROPOSTA PARA O SEU MODELO REGULATÓRIO  
NO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Salvador,  
como parte das exigências do Curso de Mestrado  
Profissional em Regulação da Indústria de Energia,  
área de concentração em Sistemas Regulatórios,  
para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio de Mello Vieira  
Rocha

Salvador  
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Salvador - UNIFACS)

Camara, George Augusto Batista

Aspectos importantes do armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> e uma proposta para o seu modelo regulatório no Brasil / George Augusto Batista Camara. – Salvador, 2009.

141 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Salvador – UNIFACS.  
Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio de Mello Vieira Rocha.

1. Dióxido de carbono – Aspectos ambientais. 2. Dióxido de carbono – Armazenamento. 3. Reservatórios. I. Rocha, Paulo Sérgio de Mello Vieira, orient. II. Título.

CDD: 621.4028

# TERMO DE APROVAÇÃO

GEORGE AUGUSTO BATISTA CÂMARA

## ASPECTOS IMPORTANTES DO ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> E UMA PROPOSTA PARA O SEU MODELO REGULATÓRIO NO BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Salvador, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Regulação da Indústria de Energia, área de concentração em Sistemas Regulatórios, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Paulo Sérgio Rocha - \_\_\_\_\_  
Doutor - The University Of Texas System (UTS, Estados Unidos).  
Engenheiro da Petrobras e Professor da Universidade Salvador (UNIFACS).

Avaliador: Doneivan Fernandes Ferreira - \_\_\_\_\_  
Pós Doutor - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, Brasil)  
Professor da Universidade Federal da Bahia

Avaliador: Osvaldo Lívio Soliano Pereira - \_\_\_\_\_  
Doutor - Imperial College of Science, Technology and Medicine (ICSTM, Inglaterra).  
Professor da Universidade Salvador (UNIFACS).

Avaliador: Luiz Eraldo de Araújo Ferreira - \_\_\_\_\_  
Doutor - The University Of Texas System (UTS, Estados Unidos).  
Engenheiro da Petrobras e Professor da Universidade Salvador (UNIFACS).

Salvador 8 de maio de 2009.

Dedico este trabalho a DEUS, por estar sempre ao meu lado. À minha mãe, fonte inesgotável de inspiração na minha educação. À Luciana, pela sua paciência e compreensão e ao meu irmão Roberto por ser um exemplo presente.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os meu familiares e amigos, aos Mestres que me ensinaram, em especial aos Professores Paulo Rocha e Luiz Eraldo e aos colegas de orientação e de turma que foram parceiros nesta etapa de minha vida.

## RESUMO

A carência de regulações específicas para novas tecnologias, como o Armazenamento do Dióxido de Carbono em Reservatórios Geológicos (CGS), é uma barreira para o combate do aquecimento global e suas consequências. A metodologia utilizada nesta dissertação foi a pesquisa bibliográfica sobre o tema principal e correlatos e a análise comparativa. O Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) é um gás de efeito estufa e o seu Armazenamento em Reservatórios Geológicos é destacado como uma das principais iniciativas na mitigação deste gás. Como se trata de uma tecnologia pouco explorada, a inexistência de regulação é um empecilho à sua utilização em larga escala. Alguns países desenvolvidos já estruturaram o arcabouço regulatório para a utilização do CGS. Com o propósito de aprofundar nos pontos críticos de uma regulação brasileira, específica para o CGS, esta dissertação identifica, analisa e propõe diversos aspectos técnicos, legais e estruturais que deve conter um sistema regulatório do CGS. Para tanto, foi necessário discutir sobre: a substância CO<sub>2</sub>, suas características e comportamento no meio ambiente e a saúde humana; a inserção do CGS no mercado de crédito de carbono, como forma de incentivo à utilização desta tecnologia; a identificação dos principais aspectos reconhecidos internacionalmente como fundamentais na regulação do CGS; as principais propostas internacionais existentes e específicas para a regulação do CGS; a necessidade e identificação de autoridade(s) competente(s) para conduzir as questões relativas ao CGS no Brasil; o aprofundamento nos aspectos críticos e a sua relação direta ou indireta com o arcabouço legal brasileiro vigente; e, por fim, a indicação de questões que precisam ser consideradas no sistema regulatório brasileiro do CGS, conclusões e recomendações para este sistema. Como resultados, foram identificados e analisados os principais aspectos regulatórios para o CGS, a indicação da(s) autoridade(s) competente(s), a identificação e análise das principais lacunas regulatórias na legislação brasileira vigente quanto ao CGS, culminando na proposição de um modelo regulatório para o CGS no Brasil.

**Palavras-chaves:** Armazenamento Geológico. CGS. Regulação.

## ABSTRACT

The lack of specific regulations on new technologies such as Storage of Carbon Dioxide in Geological Reservoirs (CGS) is a barrier in combating global warming and its consequences. The methodology used on this thesis was literature research and comparative analysis. Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) is a greenhouse gas and its Storage in Geological Reservoirs is highlighted as one of the major initiatives as to its concentration reduction in the atmosphere. As it's a new, yet unexplored technology, the lack of regulation remains an obstacle to its usage in large scale. Some developed countries, however, have already structured their regulatory framework for the use of CGS. The propose of this thesis is to elicit the most important elements in order to direct and elaborate a specific CGS regulation focused on the Brazilian reality, therefore it identifies, analyzes and suggests several critical aspects which should be taken into consideration while doing so. In the process of writting the thesis, it was necessary to discuss: the substance CO<sub>2</sub>, its characteristics and behavior in the environment and its effect on human health; the insertion of CGS in the carbon credit market as a way of encouraging the usage of this new technology; the aspects internationally recognized as fundamental in the regulation of CGS; the identification of the main existing international rules for the regulation of CGS; the identification of the authority(ies) responsible for the conduct of the matters related to CGS regulation in Brazil; the legal issues and its direct or indirect relations with the Brazilian legislation; issues that need to be considered in the Brazilian regulatory system of CGS, and finally, conclusions and recommendations. The main outcomes of this thesis, were the the main aspects of the regulation of CGS, and also the indication of the authority(ies) responsible; the identification and analysis of regulatory gaps in the current Brazilian GCS legislation, culminating with the suggestion of a GCS regulatory model for Brazil.

**Key words:** Geological Storage. CGS. Regulation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1	Metodologia utilizada no desenvolvimento desta dissertação.....	22
Quadro 3.1	Características Físico-Químicas do Dióxido de Carbono.....	27
Quadro 3.2	Efeitos causados pelos poluentes.....	30
Quadro 3.3	Principais acidentes com erupções vulcânicas envolvendo CO <sub>2</sub> . ....	31
Quadro 3.4	Classificação do CO <sub>2</sub> para o seu transporte segundo a ONU e ANTT.....	34
Quadro 3.5	Fontes e absorção de gases de efeito estufa e aerossóis. ....	35
Figura 3.1	Componentes do Processo de Mudanças Climáticas. ....	37
Figura 3.2	Opções de armazenamento geológico para o CO <sub>2</sub> . ....	40
Figura 4.1	Distribuição espacial das fontes estacionárias emissoras de mais de 100.000 tCO <sub>2</sub> por ano, individualmente. ....	46
Figura 4.2	O custo líquido do CCS nos Estados Unidos – fontes e tecnologias atuais. Os dez pontos marcados na curva do gráfico acima são caracterizados por suas diferentes circunstâncias relacionadas com a utilização de tecnologias do CCS.....	48
Figura 4.3	Localização dos Projetos de CGS no mundo (em execução e em planejamento) de diversas escalas. ....	51
Figura 4.4	Potencial Mundial de CGS. ....	52
Figura 4.5	Capacidade mundial de armazenamento de CO <sub>2</sub> em reservatórios geológicos. ....	52
Figura 4.6	Volume de carbono negociado na CCX até 2010. ....	56
Quadro 4.1	Exemplos de programas existentes de redução de GEE. ....	57
Quadro 4.2	Apresentação dos pontos críticos levantados na proposta de regulação do CGS da União Européia.....	59

Quadro 6.1	Questões de condução na implantação do sistema regulatório do CGS na União Européia, Estados Unidos e Austrália.....	66
Quadro 6.2	Apresentação dos pontos críticos levantados na proposta de regulação do CGS da União Européia.....	68
Quadro 6.3	Apresentação dos pontos críticos levantados na proposta de regulação do CGS dos Estados Unidos.....	72
Quadro 6.4	Apresentação dos pontos críticos levantados no documento do Governo Federal Australiano para proposta de regulação do CGS. ....	75
Quadro 6.5	Verificação da presença dos aspectos críticos nas propostas internacionais de regulação do CGS.....	77
Figura 7.1	Representação das Autoridades Competentes Federais Brasileiras que podem ter relação com o CGS. ....	85
Figura 7.2	Representação das Autoridades Competentes do Estado da Bahia que podem ter relação com o CGS (representando a esfera estadual). ....	86
Quadro 7.1	Descrição das Responsabilidades e Competências dos Conselhos Federais e Estaduais.....	89
Quadro 7.2	Representação da relação entre os conselhos e demais autoridades competentes.....	90
Figura 7.4	Fluxo da regulação do Gás Natural.....	92
Quadro 7.3	Relação entre as Instituições do Governo Federal do Brasil e o CGS. ....	95
Quadro 7.4	Análise da Participação das Autoridades Competentes Existentes na Regulação das Etapas de um Projeto de CGS.....	100
Quadro 7.5	Esfera regulatória e indicação da Autoridade Competente correspondente às etapas do projeto de CGS. ....	102
Figura 7.5	Etapas do Projeto de CGS e a relação com as Autoridades Competentes Indicadas.....	104

Quadro 8.1	Verificação da relação direta ou indireta ao atendimento dos aspectos críticos do CGS na atual legislação brasileira.....	113
Figura 9.1	Representação das atividades previstas em um projeto de CGS para o Brasil, sua seqüência, etapas e responsabilidades.....	124

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Composição média do ar seco no nível do mar.....	23
Tabela 3.2	Efeitos agudos sobre a saúde humana com valores crescentes de dióxido de carbono CO <sub>2</sub> . .....	32
Tabela 4.1	Projetos de CGS no mundo (em execução e planejados) de diversas escalas – 2008.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAUs	Assigned Amount Units - Mercado de Emissões da União Européia
AGERBA	Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transporte e Comunicações da Bahia
ANA	Agência Nacional de Águas
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANTAQ	Agência Nacional de Transporte Aquaviário
ANTT	Agência Brasileira de Transportes Terrestres
BAHIAGÁS	Companhia de Gás da Bahia
CCE	Comissão das Comunidades Européias
CCS	Captura e Armazenamento de CO <sub>2</sub> em Reservatórios Geológicos
CCX	Chicago Climate Exchange
CGS	Armazenamento de CO <sub>2</sub> em Reservatórios Geológicos
CEPRAM	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CONIT	Conselho Nacional de integração de Políticas de Transporte
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EB	Executive Board
EOR	Recuperação Avançada de Óleo
EGR	Recuperação Avançada de Gás
ECBM	Recuperação Avançada de Metano em Jazidas de Carvão Mineral
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IEA	Internacional Energy Agency

EPA	Environmental Protection Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IMA	Instituto do Meio Ambiente
INGÁ	Instituto de Gestão das Águas e Clima
INRS	Institut National de Recherche ET de Sécurité Renováveis
MCMPR	Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources
MDL	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
NBR's	Normas Brasileiras
NETL	National Energy Technology Laboratory
MMA	Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal
MME	Ministério de Minas e Energia
MT	Ministério de Transporte
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
UN ou ONU	United Nations - Organizações das Nações Unidas
OPA	Offshore Petroleum Act
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
RGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative
RCE's	Reduções Certificadas de Emissões
SEI	Sustainable Energy Ireland
UIC	Underground Injection Control Program
UNFCCC ou CQNUMC	United Nations Framework Convention on Climate Change ou Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>O DIÓXIDO DE CARBONO - CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>24</b>
3.1	A SUBSTÂNCIA: DIÓXIDO DE CARBONO E SUA CLASSIFICAÇÃO .....	27
3.1.1	<b>Efeitos ao Meio Ambiente .....</b>	<b>29</b>
3.1.2	<b>Efeitos à Saúde Humana.....</b>	<b>31</b>
3.2	O EFEITO ESTUFA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	35
3.2.1	<b>Formas de Redução do Efeito Estufa .....</b>	<b>37</b>
3.3	O ARMAZENAMENTO DO CO <sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS.....	38
3.4	ESPECIFICAÇÃO DO CO <sub>2</sub> PARA A INJEÇÃO E ARMAZENAMENTO EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS.....	41
<b>4</b>	<b>A RELAÇÃO COM A ECONOMIA E POTENCIAL DO ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>43</b>
4.1	EXTERNALIDADES NEGATIVAS E O ARMAZENAMENTO DO CO <sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS.....	45
4.2	PRINCIPAIS PROJETOS DE ARMAZENAMENTO DE CO <sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS NO MUNDO.....	48
4.2.1	<b>Potencial do Armazenamento de CO<sub>2</sub> em Reservatórios Geológicos .....</b>	<b>51</b>
4.3	AVANÇOS ECONÔMICOS .....	53
4.3.1	<b>Mercados de Crédito de Carbono .....</b>	<b>54</b>
4.3.2	<b>Armazenamento de CO<sub>2</sub> em Reservatórios Geológicos como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.....</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>PRINCIPAIS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS EM UM SISTEMA REGULATÓRIO PARA ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>REGULAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS EM OUTROS PAÍSES .....</b>	<b>65</b>

6.1	CONTEXTO DOS PAÍSES REFERÊNCIAS DESTE TRABALHO.....	65
6.2	PROPOSTA DE REGULAÇÃO DA COMUNIDADE EUROPEIA.....	67
6.3	PROPOSTA DE REGULAÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS.....	70
6.4	PROPOSTA DE REGULAÇÃO DA AUSTRÁLIA.....	73
6.5	QUADRO COMPARATIVO DAS PROPOSTAS INTERNACIONAIS DE REGULAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE CO <sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS COM RELAÇÃO AOS PRINCIPAIS ASPECTOS IDENTIFICADOS.....	76
<b>7</b>	<b>AUTORIDADE COMPETENTE INDICADA PARA O ARMAZENAMENTO DO CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS NO BRASIL .....</b>	<b>80</b>
7.1	IDENTIFICAÇÃO DAS AUTORIDADES COMPETENTES NO BRASIL QUE TÊM RELAÇÃO DIRETA OU INDIRETA COM O CGS .....	83
7.2	ANÁLISE DAS AUTORIDADES COMPETENTES EXISTENTES NO BRASIL.....	96
<b>8</b>	<b>LEVANTAMENTO DO MARCO LEGAL E REGULATÓRIO NACIONAL DIRETAMENTE E/OU INDIRETAMENTE RELACIONADO COM O ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS E QUE IMPACTAM EM UM SISTEMA REGULATÓRIO PARA O BRASIL ....</b>	<b>105</b>
8.1	IDENTIFICAÇÃO DO MARCO LEGAL EXISTENTE E RELAÇÃO DIRETA OU INDIRETA COM OS ASPECTOS IMPORTANTES DO CGS.....	106
8.2	ANÁLISE DO MARCO LEGAL EXISTENTE NO BRASIL QUE TEM RELAÇÃO DIRETA E/OU INDIRETA COM OS ASPECTOS IMPORTANTES DO ARMAZENAMENTO DO CO <sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS.....	112
8.3	SITUAÇÃO REGULATÓRIA ANÁLOGA AO CGS NO BRASIL.....	114
<b>9</b>	<b>PONTOS IMPORTANTES A SEREM REGULAMENTADOS.....</b>	<b>117</b>
9.1	PROPOSTA PARA A REGULAÇÃO DO ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DO CO <sub>2</sub> NO BRASIL.....	122
<b>10</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>125</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>128</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>135</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo, hoje, sofre com as alterações climáticas decorrentes, principalmente, do aumento de emissões e acúmulo dos Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, provenientes de ações antrópicas. Esta é uma das principais preocupações ambientais dos países desenvolvidos. Atualmente, discute-se como principais ações humanas, quanto a esta preocupação, a inação, a adaptação e a mitigação, além de grandes projetos de engenharia planetária.

A mitigação é uma das formas de ação humana que visa remover ou reduzir as emissões antrópicas de GEE na atmosfera terrestre. Ela é a ação humana referência desta dissertação que tem como foco principal as questões regulatórias quanto ao Armazenamento do CO<sub>2</sub> em Reservatórios Geológicos (CGS). Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 - Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD):

As alterações climáticas são um fato científico incontestável. Não é fácil de prever com precisão o impacto inerente às emissões de gases de efeito de estufa e há muita incerteza científica no que diz respeito à capacidade de previsão. Mas sabemos o suficiente para reconhecer que estão em jogo sérios riscos, potencialmente catastróficos, incluindo o degelo das calotas glaciais na Groenlândia e na Antártida Ocidental (o que deixaria muitos países submersos) e as alterações no curso da Corrente do Golfo, significando alterações climáticas dramáticas. (PNUD, 2008, p.23).

Um dos principais GEE é o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), subproduto de inúmeros processos industriais, como a produção de cimento, fertilizantes, refino de hidrocarbonetos, dentre outros. Caracterizam-se como grandes fontes de emissão de CO<sub>2</sub> a combustão de motores de veículos, os processos industriais e a geração de energia elétrica por combustíveis fósseis, estes dois últimos denominados como fontes estacionárias.

O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2005) destaca as seguintes ações para a mitigação de GEE: captura e armazenamento do dióxido de carbono em reservatórios geológicos - CCS; melhoria da eficiência energética; preferência por combustíveis que dependam menos intensivamente do carbono; energia nuclear; fontes de energia renovável; refinamento dos sumidouros biológicos e redução de emissões de GEE diferentes do CO<sub>2</sub>.

A importância da utilização da tecnologia CCS em larga escala para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> é discutida, atualmente, em toda a comunidade internacional. Conforme os estudos feitos pela Agência Internacional de Energia (International Energy Agency – IEA), em 2006, com perspectivas e cenários tecnológicos, a adequada captura e armazenamento de CO<sub>2</sub> pode reduzir significativamente as emissões a curto e médio prazos. O estudo afirma que, dentre as atuais tecnologias existentes ou que sejam susceptíveis a se tornarem comercialmente disponíveis nas próximas duas décadas, o CCS contribui em torno de 20 a 28% do total das reduções de emissões de CO<sub>2</sub>, tendo, por base, um horizonte até 2050.

O IPCC (2005) define CCS como um processo que consiste na separação de CO<sub>2</sub>, emitido por fontes estacionárias, relacionadas com a produção de energia e também de plantas industriais, o transporte deste CO<sub>2</sub> e seu armazenamento, a longo prazo, em reservatórios geológicos, isolando-o da atmosfera.

Com a tecnologia da CCS, é possível separar o CO<sub>2</sub>, emitido na queima de combustíveis fósseis, processá-lo para a sua forma líquida e transportá-lo por dutos, rodovias ou por via marítima para reservatórios geológicos como minas desativadas, campos de petróleo ou outros locais onde o CO<sub>2</sub> possa ser armazenado.

Entende-se que o termo CCS abrange desde a captura e transporte de CO<sub>2</sub> até o seu armazenamento geológico. Já para o termo CGS, objeto de estudo deste trabalho, o conceito é específico para a etapa de armazenamento do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos.

A IEA (2007), no trabalho intitulado “*Legal Aspects of Storing CO<sub>2</sub> – Update e Recommendations*”, aborda que o desenvolvimento de um sistema regulatório efetivo para CGS, sem sobreposições e confusões entre diferentes organizações, é o primeiro passo em direção ao estabelecimento da confiança da indústria e da comunidade nas atividades de armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>.

Este sistema regulatório deve estabelecer, claramente, os direitos referentes à propriedade, à pesquisa, ao uso do CO<sub>2</sub> armazenado, responsabilidades pré e pós armazenamento quanto às implicações financeiras, de segurança, de saúde e ambiental, além da definição da autoridade competente indicada, especificações do CO<sub>2</sub> injetado, dentre outros.

A necessidade da estruturação de um sistema regulatório no Brasil é de suma importância devido ao impacto da utilização da tecnologia do CGS em larga escala no País, acompanhando a tendência mundial. Mesmo que o Brasil ainda não tenha metas definidas para a redução de emissões de CO<sub>2</sub>, a estruturação de um sistema regulatório para a tecnologia CGS coloca o País em um estágio avançado e já preparado para um futuro próximo.

Este trabalho apresenta uma proposta quanto à estruturação do sistema regulatório do CGS, voltado para a realidade do Brasil. Para tanto, ele foi desenvolvido contendo, inicialmente, esta introdução, um capítulo referente à metodologia científica utilizada, outro capítulo que se atém às características do dióxido de carbono, seu comportamento e efeitos. Além disso, há um capítulo que trata da microeconomia e o estado atual dos mecanismos econômicos existentes. No capítulo seguinte, é feito um levantamento dos principais aspectos para uma regulação do CGS e, conseqüentemente, um levantamento da situação em outros países. No intuito de focar nas questões do Brasil, existe um capítulo em que é feito um breve levantamento do arcabouço legal existente, das autoridades competentes e situações análogas. E finaliza-se com a identificação de pontos importantes a serem regulados e as conclusões.

Com o objetivo de auxiliar uma futura proposta de regulação específica para o CGS no Brasil, este trabalho ainda contém um glossário no qual são apresentados os principais termos relacionados com o CGS. Estes termos foram extraídos, traduzidos ou adaptados para a realidade do CGS. As principais referências para a criação deste glossário foi o arcabouço legal brasileiro, as propostas de regulações internacionais do CGS (Estados Unidos, União Européia e Austrália), IPCC e IEA.

## 2 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado tendo como base a pesquisa bibliográfica sobre o tema e a análise comparativa. Inicialmente, foi definido o projeto de pesquisa e seu escopo para que fosse realizada a pesquisa bibliográfica inicial. Após a pesquisa, foram identificadas as seis (06) grandes áreas onde se concentraram as atividades de identificação e análise das situações encontradas. A fase seguinte é composta de uma avaliação, com o objetivo de verificar a existência de algum aspecto importante a ser levantado e, posteriormente, a estruturação de uma proposta quanto aos principais aspectos legais e técnicos que deve conter a regulação do CGS no Brasil. Posterior à proposta quanto aos aspectos importantes a serem considerados na regulação brasileira para o CGS, foi verificada a necessidade da elaboração da regulação e, por conseguinte, as conclusões e recomendações do autor.

A Figura 2.1 retrata, por meio de um fluxo, as fases da metodologia aplicada e suas interações. A existência de cores na figura se dá em função de uma identificação visual das ações. O fluxo é composto por caixas com o seu início e fim, por retângulos que representam ações e são distinguidos da seguinte forma:

- a) marrom - ações estruturais que visam definições;
- b) laranja – ações de pesquisas;
- c) amarelo – denominação das grandes áreas de concentração de estudo;
- d) magenta – ações de identificação;
- e) azul – ações de desfecho do trabalho.

Além das caixas de início e fim e os retângulos que representam ações, o fluxo ainda contém os losângulos em azul claro, representando uma etapa de decisão.

Todo o desenvolvimento descrito acima foi elaborado, tendo como referência o problema inicial, base para o projeto de pesquisa, que é o questionamento quanto à necessidade da criação de um sistema regulatório para o armazenamento geológico do CO<sub>2</sub> no Brasil, haja vista outros países já possuírem as suas propostas em estágio avançado, tendo como objetivo apresentar os principais aspectos legais, técnicos e estruturais necessários em um sistema regulatório da tecnologia CGS no Brasil.

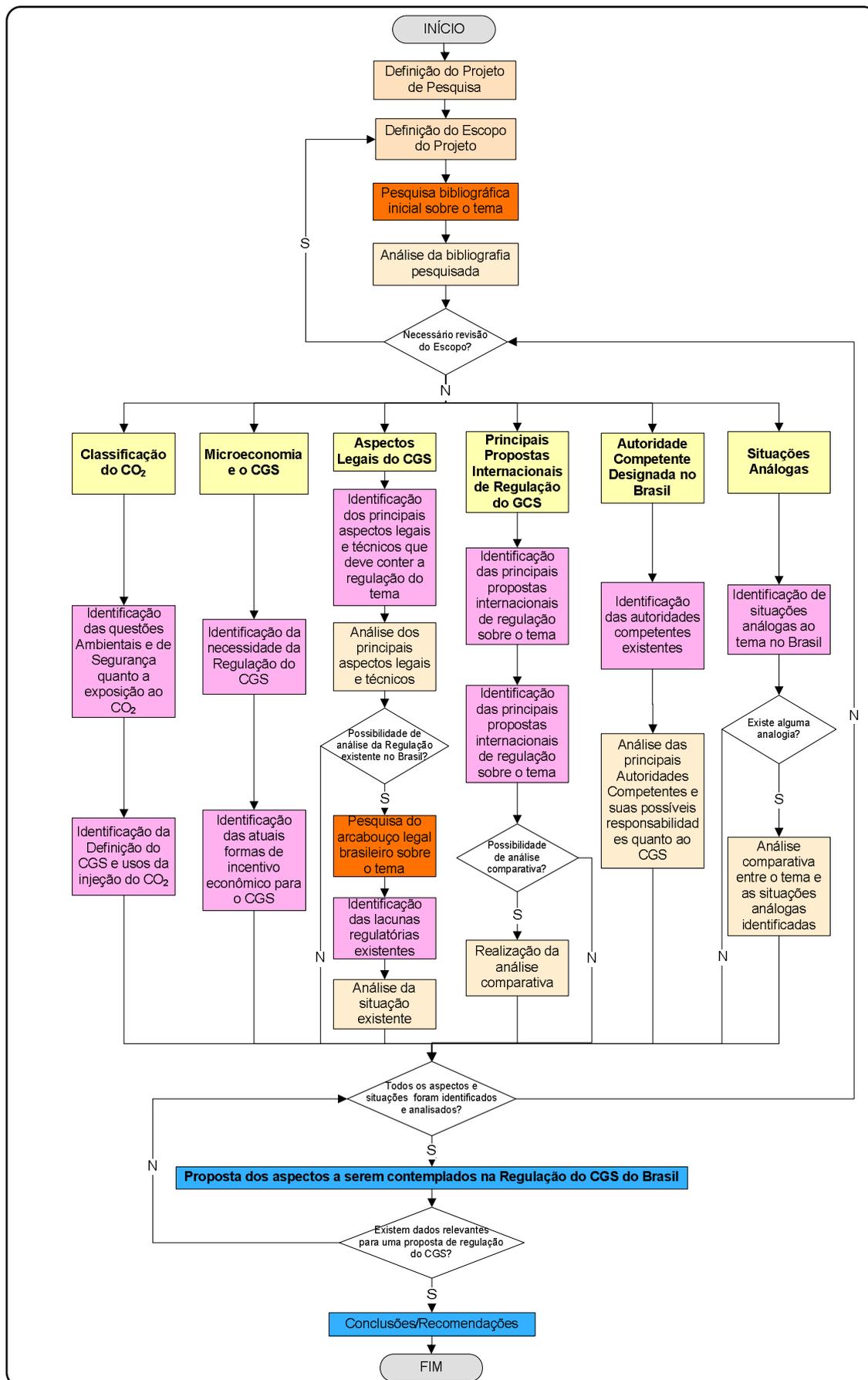


Figura 2.1 – Metodologia utilizada no desenvolvimento desta dissertação

A principal barreira encontrada no desenvolvimento desta dissertação foi a falta de estudos e publicações no Brasil referentes ao tema: Regulação do Armazenamento Geológico do CO<sub>2</sub>. A grande maioria das publicações nacionais, direcionadas ao tema, tem um foco tecnológico. Com isso, a busca por trabalhos internacionais foi necessária. É certo que as situações análogas são bastante enriquecedoras e proporcionaram uma comparação muito rica.

A restrição quanto ao escopo da dissertação, com o foco na armazenagem do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos, foi de extrema relevância, haja vista que, se fossem abordadas todas as etapas, a captura (incluindo a separação e compressão), o transporte e o armazenamento, esta dissertação não seria suficiente para esgotar o tema. Pode-se verificar que, mesmo abordando somente a etapa de armazenamento, não foi possível esgotar todas as questões, restringindo, assim, a apontar os principais aspectos regulatórios que devem ser tratados em uma regulação específica para o armazenamento geológico do CO<sub>2</sub>.

### 3 O DIÓXIDO DE CARBONO - CO<sub>2</sub>

Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) é um gás encontrado livremente na natureza. Ele é um dos componentes do ar presente na atmosfera terrestre. Basicamente, o ar seco encontrado no nível do mar é composto por nitrogênio, oxigênio, argônio, dióxido de carbono, neônio, hélio, criptônio, óxido de nitrogênio, hidrogênio e xenônio. Segundo Maioli e Nascimento (apud SEINFELD e PANDIS, 2005), o ar seco no nível do mar tem os percentuais de substâncias conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Composição média do ar seco no nível do mar

Substâncias	Concentração em ppm	Concentração em µg/m <sup>3</sup>
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	780.840,00	8,95 x 10 <sup>8</sup>
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	209.460,00	2,74 x 10 <sup>8</sup>
Argônio (Ar)	9.340,00	1,52 x 10 <sup>7</sup>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	315,00	5,67 x 10 <sup>5</sup>
Neônio (Ne)	18,00	1,49 x 10 <sup>4</sup>
Hélio (He)	5,20	8,50 x 10 <sup>2</sup>
Metano (CH <sub>4</sub> )	1,20	7,87 x 10 <sup>2</sup>
Criptônio (Kr)	1,10	3,43 x 10 <sup>3</sup>
Óxido de Nitrogênio (N <sub>2</sub> O)	0,50	9,00 x 10 <sup>2</sup>
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,50	4,13 x 10 <sup>1</sup>
Xenônio (Xe)	0,08	4,29 x 10 <sup>2</sup>

Fonte: Maioli e Nascimento (apud Seinfeld e Pandis, 2005).

O acúmulo de substâncias (gases e particulado) é denominado poluição atmosférica. Estas substâncias na atmosfera, a depender da concentração, causam danos ao meio ambiente e à saúde humana. Diversos tipos de impactos ambientais, envolvendo o acúmulo de poluentes na atmosfera, ocorreram no último século, destacando-se, as chuvas ácidas, que ocorreram nos Estados Unidos decorrentes de grandes emissões de poluentes industriais. Tal destaque é dado em função da forma como governo dos Estados Unidos agiu ante o problema. A reincidência das chuvas fez o Estado intervir junto ao setor produtivo, conforme o texto a seguir:

Novos episódios de aumento súbito da poluição ocorreram, um deles em Nova York, durante quatro dias de novembro de 1966, onde foram necessárias oito mortes e forte pressão da mídia, para que se decretasse estado de emergência.

Diante desses novos episódios, ainda na década de 60, os Estados Unidos estabeleceram padrões de qualidade do ar, especificando os seis poluentes atmosféricos que seriam controlados, quais sejam: partículas totais, dióxido

de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>) e chumbo (Pb). A fim de efetivar esse controle, criou-se a Agência de Proteção Ambiental norte-americana (EPA). (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, p. 04)

Pode-se observar que os poluentes relacionados e controlados, inicialmente pelo Governo dos Estados Unidos, foram: partículas totais, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, ozônio e chumbo. A lista dos poluentes, com a quantidade de emissões controladas, foi sendo ampliada com o passar do tempo. De forma mais abrangente os poluentes do ar podem ser reunidos em três grupos da seguinte forma:

O primeiro grupo de poluentes é o dos *regulamentados* (óxidos de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, particulados, oxidantes fotoquímicos), englobando aqueles que podem causar dano à saúde pública e são provenientes de diversas fontes. As normas e os padrões de qualidade do ar foram instituídos para controlá-los, enquanto as fontes existentes são monitoradas com o propósito de mantê-los dentro dos limites legais. O segundo grupo, o dos *perigosos* (mercúrio, amianto, cloreto de vinila, berílio), é onde ficam os poluentes capazes de aumentar a taxa de mortalidade ou a incidência de doenças graves. Não são seguidos dados epidemiológicos ou toxicológicos para sua limitação regulamentar, mas são estabelecidos limites baixos, de forma a oferecer ampla margem de segurança. No terceiro grupo, o dos poluentes *designados* (compostos sulfurados de fábricas de celulose, fluoretos e fosfatos de fábricas de alumínio, ácido sulfúrico de fábricas de ácidos), são classificados os que não são cobertos pela legislação genérica, nem considerados perigosos, mas apenas escolhidos para controle de tipos determinados de fontes. Além dos citados, muitos outros poluentes são encontrados na atmosfera, como os pesticidas e os solventes de tintas, lançados propositalmente, e outros provenientes de vazamentos não desejados, como gás cloro numa fábrica de soda cáustica, ou amônia num frigorífico. (MANFREDI, 2004, p.65).

Neste mesmo trabalho, Manfredi discutiu a respeito do dióxido de carbono.

O CO<sub>2</sub> é nocivo ao homem e animais apenas quando acumulado em ambiente fechado. As principais fontes do CO<sub>2</sub> atmosférico são a decomposição de rochas carbonáceas para produção de cimento, a respiração animal, a respiração vegetal noturna, a combustão de matéria orgânica e a transformação fotoquímica do metano produzido na superfície. O CO<sub>2</sub> é removido do ar pela respiração diurna dos vegetais (fotossíntese), por adsorção pelo solo e por absorção pela água, tanto de chuva como superficial, gerando ácido carbônico em solução, bicarbonatos e carbonatos, solúveis ou precipitados. A concentração de CO<sub>2</sub> no ar aumentou a partir do consumo sistemático de combustíveis fósseis, passando de 290 ppm (1900) para 330 ppm (1950) (CALLENDAR, 1958) e ultrapassando 400 ppm, em algumas áreas centrais, nos anos noventa. O efeito perverso da poluição por CO<sub>2</sub> reside na sua transparência à luz visível, deixando entrar os raios solares, e opacidade aos raios infravermelhos (calor), provocando o (des)conhecido efeito estufa, que tende, segundo uma corrente de interpretação, a elevar gradualmente a temperatura do planeta, com conseqüências que variam do maior rendimento agrícola, pela fotossíntese favorecida, ao alagamento das cidades costeiras do planeta, principalmente pela dilatação térmica dos oceanos, mas, também, pelo derretimento de geleiras polares. Não existe,

até o momento, modelo confiável de interpretação do fenômeno como um todo, e o assunto tem-se prestado a todo tipo de especulação mal fundamentada. (MANFREDI, 2004, p.70).

Maioli e Nascimento (apud STERN, 2005) abordam que as substâncias consideradas poluentes do ar podem ser classificadas da seguinte forma:

- a) compostos de enxofre ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , sulfatos);
- b) compostos de nitrogênio ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ , nitratos);
- c) compostos orgânicos de carbono (hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos orgânicos);
- d) monóxido e dióxido de carbono;
- e) compostos halogenados ( $\text{HCL}$ ,  $\text{HF}$ , cloretos e fluoretos);
- f) material particulado (substâncias no estado sólido ou líquido).

Uma das formas de combate à poluição atmosférica são as políticas e instrumentos governamentais, a exemplo dos Estados Unidos. Em 15 de junho de 1989, o Governo do Brasil, por intermédio do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (Resolução 005), criou o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR). O PRONAR é um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para a proteção da saúde, bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do País, de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas a:

- a) uma melhoria na qualidade do ar;
- b) o atendimento aos padrões estabelecidos;
- c) o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

Conforme o exposto na resolução, a estratégia básica do PRONAR é limitar, a nível nacional, as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle. Basicamente, o PRONAR estabelece os limites de emissões das seguintes substâncias: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio.

Destaca-se que o CONAMA define poluente atmosférico em sua Resolução 003 de 28 de junho de 1990, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR, da seguinte forma:

Entende-se como poluente atmosférico, qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;

II - inconveniente ao bem-estar público;

III - danoso aos materiais, à fauna e flora;

IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. (BRASIL, 1990, p. 342).

A forma escolhida para o controle de emissões de poluentes pelo Governo do Brasil com o PRONAR é a fixação de padrões de emissões. Entretanto, ressalta-se que existem outras formas como a imposição de taxas e os mercados de emissões. Tendo como referência a definição dada a poluentes atmosféricos pela regulação no Brasil, o dióxido de carbono, em função dos inconvenientes que ele pode proporcionar ao bem-estar público, pode ser considerado um poluente.

Muitos pontos acerca do controle de emissões devem ser discutidos e avaliados, com o objetivo de minimizar os efeitos provenientes das emissões de poluentes atmosféricos. Um ponto crítico neste contexto é o estágio econômico em que se encontra cada país (desenvolvido/rico, em desenvolvimento e em estágio de pobreza), pois este estágio é chave para a determinação da intensidade do controle a ser estabelecido. Haja vista que, historicamente, a relação entre desenvolvimento econômico e poluição, na sua grande maioria, é diretamente proporcional.

### 3.1 A SUBSTÂNCIA: DIÓXIDO DE CARBONO E SUA CLASSIFICAÇÃO

As emissões de dióxido de carbono são oriundas de diversas fontes. Para o melhor entendimento, faz-se necessário caracterizá-las:

As fontes emissoras dos poluentes atmosféricos são numerosas e variáveis, podendo ser antropogênicas ou naturais. As fontes antropogênicas são as que resultam das atividades humanas, como a atividade industrial ou o tráfego de automóvel, enquanto as fontes naturais englobam fenômenos da natureza, tais como emissões provenientes de erupções vulcânicas ou fogos florestais de origem natural. (SCHIRMER apud LYRA, 2004, p. 7).

O CO<sub>2</sub> é uma substância gasosa que tem determinadas propriedades físicas. O Programa do Meio Ambiente das Nações Unidas (ONU, 1996) o define como um gás

incolor, inodoro, não-venenoso, que resulta da queima de combustíveis fósseis e é normalmente uma parte do ar. Ele é considerado uma substância quimicamente estável, haja vista que a sua composição química não se altera após emissão na atmosfera. Entretanto, os efeitos decorrentes da exposição em grandes quantidades, tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana, são consideráveis.

As características físico-químicas do dióxido de carbono estão apresentadas no Quadro 3.1. Algumas características chamam a atenção, como a sua densidade relativa ao ar e as características da sua molécula, se mantendo linear e simétrica nos três estados da matéria.

<b>Características Físico-químicas do Dióxido de Carbono</b>
Ponto crítico C Tc = 31,3 °C, Pc = 73 atm
Pressão de vapor a 21 °C 59 atm
Temperatura de sublimação - 78,5 °C
Massa molar 44
Densidade a 0 °C e 1 atm 1,98 kg/m <sup>3</sup>
Densidade relativa ao ar 1,52
Solubilidade em água 2.000 mg/l
Estabilidade até 900 °C (decomposição térmica produz CO)
Molécula lineares e simétricas nos três estados da matéria

Quadro 3.1 – Características Físico-Químicas do Dióxido de Carbono  
Fonte: INRS (1999).  
Nota: Traduzido.

Por se tratar de um gás mais pesado do que o ar, quando liberado em grandes quantidades, a tendência do seu fluxo é se depositar em locais de baixo relevo. É esta característica que faz com que o CO<sub>2</sub> possa acarretar malefícios para o meio ambiente e à saúde humana. Haja vista que, em grandes concentrações, ele é um gás asfixiante e, a depender da sua dose e tempo de exposição, pode causar a morte por asfixia dos animais e das pessoas expostas. Isso acontece em virtude do CO<sub>2</sub> se manter estável na presença das substâncias que compõem o ar, não reagindo com as mesmas.

### 3.1.1 Efeitos ao Meio Ambiente

Os efeitos causados pelo CO<sub>2</sub> ao meio ambiente estão muito relacionados com a quantidade de substância liberada. De forma ampla, Schirmer (2004) afirma que a poluição do ar tem vindo a ser a causa de um conjunto de problemas:

- a) degradação da qualidade do ar;
- b) exposição humana e dos ecossistemas a substâncias tóxicas;
- c) danos na saúde humana;
- d) danos nos ecossistemas e patrimônio construído;
- e) deterioração da camada de ozônio estratosférico;
- f) aquecimento global/alterações climáticas.

Quadro 3.2, apresentado por Lisboa (2007), destaca os principais poluentes, incluindo o CO<sub>2</sub>, e seus efeitos ao meio ambiente e à saúde. Destaca-se que o item 3.1.2 desta dissertação são abordados os agravos da saúde humana à exposição do CO<sub>2</sub>.

Poluentes	Efeitos
Óxidos de Enxofre - SO <sub>x</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- irritações do aparelho respiratório e conjuntivas oculares (olhos, nariz e garganta)</li> <li>- estudos epidemiológicos usualmente relacionam o aumento da mortalidade e morbidade, quando a concentração de SO<sub>x</sub> (óxido de enxofre) e MP (material particulado) atinge valores determinados (morte de doentes sensíveis)</li> <li>- broncoconstrição ou aumento da resistência pulmonar à passagem do ar</li> <li>- tosse, renite, queimadura dos olhos e pele</li> <li>- danos sobre a vegetação: <ul style="list-style-type: none"> <li>- redução à resistência às pragas</li> <li>- ressecamento dos tecidos das folhas e deslocamento destas</li> <li>- alteração do processo fotossintético</li> </ul> </li> <li>- danos sobre os materiais: <ul style="list-style-type: none"> <li>- corrosão sobre metais</li> <li>- descoloração de pinturas</li> <li>- enfraquecimento e desintegração da superfície dos couros</li> <li>- torna o papel quebradiço</li> <li>- redução da resistência à tensão e formação de manchas em tecidos</li> <li>- desbotamento em corantes</li> </ul> </li> </ul>
Material Particulado - MP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incômodo à população</li> <li>- diminuição da visibilidade</li> <li>- doenças pulmonares (asma, bronquites, morte de doentes sensíveis)</li> <li>- presença de alfa-benzopireno, carcinogênica potencial</li> <li>- corrosivo</li> <li>- interfere na fotossíntese das plantas</li> </ul>
Monóxido de Carbono - CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento do nível de carboxiemoglobina no sangue levando a stress; deficiência na capacidade psicomotora; dor de cabeça; tontura; alucinação; depressão; angina; síncope; asfixia e morte</li> </ul>
Dióxido de Carbono – CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- influência a longo prazo no aumento da temperatura da Terra e fenômenos relacionados</li> <li>- asfixia: morte</li> </ul>
Dióxido de Nitrogênio – NO <sub>2</sub> (gás marrom)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tosse e catarro; dispnéia; dor no peito; edema pulmonar; irritação nos olhos; taquicardia</li> </ul>
Amônia – NH <sub>3</sub> (gás incolor que em grande quantidade assemelha-se a fumaça branca)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- irritação nos olhos, nariz e garganta; dispnéia espasmos brônquios; dor no peito; edema pulmonar; queimadura de pele</li> </ul>
Gás Sulfídrico (cheiro de ovo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- irritação do sistema respiratório; tontura; irritação da vista; convulsões; coma e morte</li> </ul>
Ozônio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- irritação dos olhos e mucosas; edema pulmonar; doenças respiratórias crônicas</li> </ul>

Quadro 3.2 – Efeitos causados pelos poluentes  
Fonte: Lisboa (2007).

Um acontecimento que pode emitir quantidades significativas de poluentes atmosféricos são as erupções vulcânicas. Um dos gases que compõem o conjunto de poluentes numa erupção é o CO<sub>2</sub>. Dentre as erupções já ocorridas, destacam-se três que tiveram emissões significativas de CO<sub>2</sub> e ocasionaram morte à população exposta. Tais eventos estão relatados no Quadro 3.3, adaptado do Institut National de Recherche ET de Sécurité (INRS, 1999).

<b>ANO/LOCAL DA INTOXICAÇÃO</b>	<b>RESSALTOU O PAPEL DO CO<sub>2</sub></b>	<b>CONSEQUÊNCIAS CLÍNICAS</b>
Indonésia 1979 As emissões de dióxido de carbono a partir do vulcão Sinila	-	139 mortes
Camarões 1984 200 metros de uma estrada de Lago Monoun, 37 pessoas foram mortas por uma nuvem de gás dispersa em 4 horas.	As medições efetuadas seis meses mais tarde, em amostras de água a partir da profundidade do lago destacou CO <sub>2</sub> ainda fervescente. A presença de outro gás não pode ser excluída.	37 mortes
Camarões 1986 Em uma zona de cerca de 20 km Lago Nyos, 3 200 a 6 700 pessoas foram vítimas de um gás tóxico emergiu a partir do lago.	O gás em questão foi CO <sub>2</sub> , o único gás tóxico encontrado em amostras de água do lago. Sequelas foram observadas, principalmente de pele, existe, no entanto, a suspeita da presença conjunta de H <sub>2</sub> S e dióxido de enxofre em concentração mínima.	Mais de 1 700 mortes. Mais de 800 pessoas foram hospitalizadas

Quadro 3.3 – Principais acidentes com erupções vulcânicas envolvendo CO<sub>2</sub>.

Fonte: INRS (1999).

Nota: Traduzido.

### 3.1.2 Efeitos à Saúde Humana

Toda a análise feita, em relação ao efeito causado pela exposição do homem ao CO<sub>2</sub>, precisa levar em consideração os seguintes aspectos: quantidade do gás na atmosfera, o tempo de exposição ao gás e a susceptibilidade do indivíduo. Os efeitos agudos, sobre a saúde humana, quanto à exposição ao CO<sub>2</sub>, são apresentados por Caamaño (2008) na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Efeitos agudos sobre a saúde humana com valores crescentes de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>

Porcentagem de CO <sub>2</sub> no ar	Tempo (exposição)	Agravos à saúde humana
2	Horas	Dores de cabeça, taquipnéia
3	1 h	Dilatação dos vasos cerebrais, aumento da ventilação pulmonar e liberação de oxigênio dos tecidos
4-5	Poucos minutos	Dor de cabeça, sudação, dispnéia em repouso
6	1-2 min	Alterações auditivas e visuais
	< 15 min	Dor de cabeça e dispnéia
	Várias horas	Tremores
10-15	1 min	Vertigem, afogamento, contrações musculares e inconsciência
16-30	< 1 min	Inatividade, inconsciência, convulsões, coma, morte

Fonte: Caamaño (2008).

Nota: Traduzido.

Quanto aos limites relacionados à exposição ao CO<sub>2</sub>, durante a jornada de trabalho, Caamaño faz um breve resumo quanto a eles:

A maioria dos países aceita como uma exposição máxima de 0,5% = 5000 ppm = 9000 mg/m<sup>3</sup>, tudo o que pode ser considerado um gás venenoso de interiores em concentrações superiores a 2%, e fatal em títulos superior. Os valores limites de exposição por 8 h na União Européia (UE) é 5.000 ppm (0,5%), CE Directiva 91/322. Os valores de alarme para a evacuação imediata de todo o pessoal em espaços confinados são nos Estados Unidos de 40.000 ppm. O grau de concentração que seria mortal para o ser humano é entre 10-25% e está relacionado inversamente proporcional à concentração de O<sub>2</sub> (tradução nossa). (CAAMAÑO, 2008, p. 26).

Ressalta-se que, no Brasil, a Norma Regulamentadora NR 15 em seu Anexo 11 impõe que a concentração máxima de CO<sub>2</sub>, permitida no ambiente de trabalho para um período de 48 horas semanais é de, no máximo, 3.900 ppm.

O CO<sub>2</sub> é uma substância que faz parte da lista de substâncias controladas, indicadas pela ONU, principalmente, nas questões relacionadas ao transporte. Como ele faz parte deste rol, os países membros da ONU adotam as orientações dadas por ela.

No Brasil, o arcabouço regulatório existente para o transporte de cargas perigosas está estabelecido no Decreto Federal 96.044, de 18 de maio de 1988. O

decreto aborda, de forma geral, as questões de transporte de cargas perigosas e outros instrumentos legais, como as resoluções e instruções da Agência Brasileira de Transportes Terrestres (ANTT) e as Normas Brasileiras (NBR's): 7500, 7503, 7504, 8285 e 8286, complementam a regulação do setor.

Conforme o descrito nos instrumentos legais brasileiros para o transporte do CO<sub>2</sub>, e seguindo as orientações da ONU, ele é classificado, tanto em forma gasosa com líquida refrigerada, como um gás não inflamável, não tóxico, contudo asfixiante e oxidante. O Quadro 3.4 apresenta toda seqüência da classificação do CO<sub>2</sub> conforme as Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos das Nações Unidas, que vai desde a definição de um gás, passando pelos produtos perigosos, suas classes e subclasses, e, por fim, a classificação do CO<sub>2</sub> em estado gasoso e líquido refrigerado.

Caracterização de um gás	
<p>Substância que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A 50°C tem uma pressão de vapor superior a 300 kPa; ou</li> <li>▪ É completamente gasoso à temperatura de 20°C, à pressão de 101,3 kPa.</li> </ul> <p>Os gases são apresentados para transporte sob diferentes aspectos físicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Gás comprimido:</b> é um gás que, exceto se em solução, quando acondicionado para transporte, à temperatura de 20°C, é completamente gasoso;</li> <li>▪ <b>Gás liquefeito:</b> gás parcialmente líquido, quando embalado para transporte, à temperatura de 20°C;</li> <li>▪ <b>Gás liquefeito refrigerado:</b> gás que, quando embalado para transporte, é parcialmente líquido devido a sua baixa temperatura;</li> <li>▪ <b>Gás em solução:</b> gás comprimido, apresentado para transporte dissolvido num solvente.</li> </ul>	
Classes e Subclasses dos Produtos	Caracterização das Subclasses dos Gases
Classe 1 – Explosivos.	<p><b>Subclasse 2.1 - Gases inflamáveis.</b> Gases que a 20°C e à pressão de 101,3 kPa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ São inflamáveis quando em mistura de 13% ou menos, em volume, com o ar; ou</li> <li>▪ Apresentam uma faixa de inflamabilidade com ar de, no mínimo, doze pontos percentuais, independentemente do limite inferior de inflamabilidade. A inflamabilidade deve ser determinada por ensaios ou através de cálculos, conforme métodos adotados pela ISO (ver Norma ISO 10156:1990). Quando os dados disponíveis forem insuficientes para a utilização desses métodos, podem ser adotados métodos comparáveis, reconhecidos por autoridade competente.</li> </ul> <p><b>Subclasse 2.2 - Gases não-inflamáveis, não-tóxicos</b> Gases que transportados a uma pressão não-inferior a 280 kPa, a 20°C, ou como líquidos refrigerados e que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ São asfixiantes - gases que diluem ou substituem o oxigênio normalmente existente na atmosfera; ou</li> <li>▪ São oxidantes - gases que, em geral, por fornecerem oxigênio, podem causar ou contribuir para a combustão de outro material mais do que o ar contribui; ou</li> <li>▪ Não se enquadram em outra subclasse.</li> </ul> <p><b>Subclasse 2.3 - Gases tóxicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ São sabidamente tão tóxicos ou corrosivos para pessoas, que impõem risco à saúde; ou</li> <li>▪ Supõe-se serem tóxicos ou corrosivos para pessoas, por apresentarem um valor da CL50 para toxicidade aguda por inalação igual ou inferior a 5.000ml/m<sup>3</sup>.</li> </ul>
Classe 2 – Gases. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Subclasse 2.1 - Gases inflamáveis;</li> <li>▪ Subclasse 2.2 - Gases não-inflamáveis, não tóxicos;</li> <li>▪ Subclasse 2.3 - Gases tóxicos.</li> </ul>	
Classe 3 – Líquidos Inflamáveis.	
Classe 4 - Esta classe se subdivide em: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Subclasse 4.1 - Sólidos inflamáveis;</li> <li>▪ Subclasse 4.2 - Substâncias sujeitas a combustão espontânea;</li> <li>▪ Subclasse 4.3 - Substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis.</li> </ul>	
Classe 5 - Esta classe se subdivide em: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Subclasse 5.1 - Substâncias oxidantes;</li> <li>▪ Subclasse 5.2 - Peróxidos orgânicos.</li> </ul>	
Classe 6 - Esta classe se subdivide em: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Subclasse 6.1 - Substâncias tóxicas (venenosas);</li> <li>▪ Subclasse 6.2 - Substâncias infectantes.</li> </ul>	
Classe 7 – Materiais Radioativos.	
Classe 8 – Corrosivos.	
Classe 9 – Substâncias Perigosas Diversas.	
Dióxido de Carbono	Dióxido de Carbono, Líquido Refrigerado
<p>Número da ONU : 1013</p> <p>Classe de risco : 2</p> <p>Subclasse de risco : 2.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gases não inflamáveis, não tóxicos. Contudo, asfixiantes e oxidantes.</li> </ul> <p>Risco subsidiário : não há</p> <p>Número de risco : 20</p> <p>Quantidade Isenta : 333 kg</p>	<p>Número da ONU : 2187</p> <p>Classe de risco : 2</p> <p>Subclasse de risco : 2.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gases não inflamáveis, não tóxicos. Contudo, asfixiantes e oxidantes.</li> </ul> <p>Risco subsidiário : não há</p> <p>Número de risco : 22</p> <p>Quantidade Isenta : 333 kg</p>

Quadro 3.4 – Classificação do CO<sub>2</sub> para o seu transporte segundo a ONU e ANTT

### 3.2 O EFEITO ESTUFA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O Efeito Estufa é um fenômeno natural que ocorre na atmosfera da Terra.

Segundo Marques:

O efeito estufa é o nome dado ao processo de elevação de temperatura, decorrente das condições criadas nas estufas de vidro utilizadas na agricultura. Na atmosfera ocorre um processo semelhante, embora o mecanismo seja um pouco diferente. A função do vidro na estufa é exercida por certos gases atmosféricos que deixam passar a radiação vinda do sol e absorvem aquela emitida pela Terra, reemitindo-a nos dois sentidos, para baixo e para cima. A parte reemitida para baixo é de novo absorvida pela superfície e reemitida para a atmosfera, onde o processo se repete. No saldo, tem-se uma espécie de “aprisionamento” de energia que é avaliado na prática pelo correspondente aumento de temperatura. (MARQUES, 1993, p. 93).

Os principais gases, que fazem parte da composição da atmosfera e influenciam neste fenômeno, são: o vapor d'água (H<sub>2</sub>O), o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), os halocarbonos (CFC's), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os aerossóis. Cada gás tem fontes distintas e formas de absorção diferenciadas que podem ser observadas conforme o Quadro 3.3, elaborado por Mendonça.

Gás	Fonte	Absorção
CO <sub>2</sub>	Combustível fóssil, desmatamento, queima de biomassa, produção de cimento.	Oceano e biosfera terrestre
CH <sub>4</sub>	Plantações de arroz, pântanos naturais, animais domésticos ruminantes, queima de biomassa, combustíveis fósseis, cupins, lixo doméstico e animal	Reação com radicais hidróxidos na atmosfera
N <sub>2</sub> O	Fontes biológicas no solo e água, adubação, queima de biomassa e indústria	Distribuição fotolítica na estratosfera
Halocarbonos (CFCs)	Fontes industriais: propelentes, refrigeradores, solventes, extintores de fogo, agentes produtores de espuma	Distribuição fotolítica na estratosfera
H <sub>2</sub> O	Evaporação (oceano), circulação de veículos automotores, combustão	Gotas de nuvens, precipitação
Aerossóis	Combustíveis fósseis e queima de biomassa, fuligem, atividade vulcânica, poeira do solo, sal marinho, plantas	Redução pela precipitação

Quadro 3.5 – Fontes e absorção de gases de efeito estufa e aerossóis

Fonte: McMichel (apud MCGREGOR ; NIEUWOLT, 1998).

Notas: Tradução e Organização Mendonça (2003).

Os efeitos no clima do Planeta, decorrentes do efeito estufa e, conseqüentemente, do aquecimento global, ainda não são totalmente conhecidos.

Acredita-se que existam efeitos positivos e negativos, decorrentes das mudanças climáticas originárias do aquecimento global. Sendo que, os efeitos negativos têm maior impacto na vida dos seres vivos do Planeta do que os positivos. Podemos destacar os seguintes efeitos negativos: poluição do ar e da água, progressivo aquecimento global, aumento do nível do mar, chuvas ácidas, desequilíbrio em ecossistemas, salinização e ressecamento do solo (redução de áreas agriculturáveis), emergência de novas doenças e grandes epidemias. Dentre os principais fatores positivos, podem ser destacados: a elevação da fertilidade dos vegetais (principalmente em latitudes médias e altas) e, em determinadas regiões, o aumento de áreas agriculturáveis.

A inter-relação entre os diversos processos que causam o efeito estufa e, conseqüentemente, o aquecimento global e as mudanças climáticas foi sintetizada pelo IPCC em seu relatório de 2007. Na figura elaborada pelo IPCC, são apresentados os principais agentes causadores das mudanças diretas e indiretas nos condutores das mudanças climáticas. A presença de impactos nas questões radioativas que são críticas para as perturbações climáticas e as respostas que o clima dá em função de tais perturbações. Outro ponto a ser destacado são os processos, tanto de *feedback* biogeoquímicos quanto os de mitigação. A Figura 3.1 é a reprodução da figura do IPCC.

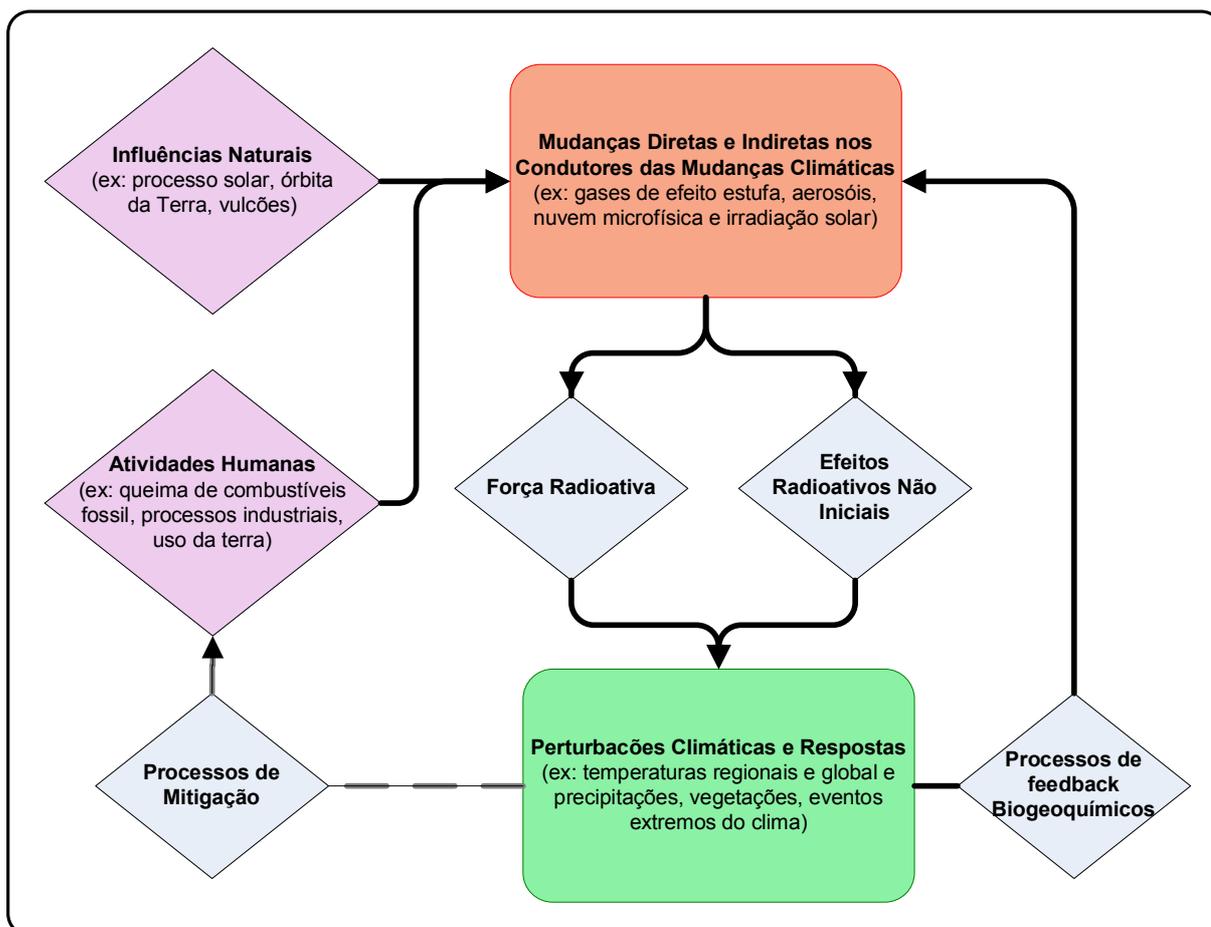


Figura 3.1 – Componentes do Processo de Mudanças Climáticas  
 Fonte: IPCC (2007).  
 Nota: Traduzido.

### 3.2.1 Formas de Redução do Efeito Estufa

Entende-se que o principal agente causador das alterações no processo de variação de temperatura do Planeta (aquecimento global) e nas mudanças climáticas é o efeito estufa. Como algumas das principais fontes de geração de gases que provocam o efeito estufa são decorrentes de atividades antrópicas, o mundo, em destaque os países desenvolvidos/ricos, têm voltado sua atenção para combater o aumento ou redução e até mesmo a extinção destas fontes, além das formas de adaptação da espécie.

O reflexo da movimentação mundial, quanto às mudanças climáticas no Brasil, foi a elaboração e aprovação em dezembro de 2008 do Plano Nacional sobre Mudanças do Clima. O Plano define ações e medidas do país que visam à mitigação, bem como à adaptação à mudança do clima.

Em virtude do caráter mais imediato, proporcionando resultados a curto e médio prazo, a mitigação é a ação humana abordada nesta dissertação. Tendo como tema principal a tecnologia de armazenamento geológico do CO<sub>2</sub>, destacada pelo IPCC (2005) como uma das ações de destaque para a mitigação de GEE, conforme abaixo:

- a) captura e armazenamento do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos (CCS);
- b) melhoria da eficiência energética;
- c) a preferência por combustíveis que dependam menos intensivamente do carbono;
- d) energia nuclear;
- e) fontes de energia renovável;
- f) refinamento dos sumidouros biológicos;
- g) a redução de emissões de GEE diferentes do CO<sub>2</sub>.

O PNUD, em seu Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 no capítulo 03 (Item - A I&D e a disposição das tecnologias de baixas emissões de carbono), relata que a principal tecnologia para a continuidade da utilização do carvão, como fonte de energia, é o CCS. Aplicada em indústrias movidas a carvão, a tecnologia oferece um potencial zero de emissões de CO<sub>2</sub>. E que, na teoria, qualquer planta industrial, que use o carvão como fonte de energia, pode aplicar o CCS. O relatório destaca que o CCS é, de longe, a opção de mais baixo custo para resolver as questões vinculadas às emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do uso do carvão. Vale ressaltar também que o CCS está sendo implantado, em fase experimental, em outras plantas industriais que não são movidas por carvão, mas que geram altos níveis de emissão de CO<sub>2</sub> proveniente do uso do gás natural ou do petróleo.

### 3.3 O ARMAZENAMENTO DO CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS

O CCS é um processo tecnológico que, basicamente, consiste na separação e captura do CO<sub>2</sub> emitido por fontes estacionárias, sua compressão, transporte, injeção e retenção em reservatórios geológicos.

A separação e captura são etapas muito interligadas ao processo industrial da fonte estacionária. Existem diversas formas de separação e captura do CO<sub>2</sub>. Segundo Ravagnani e Suslick:

As tecnologias atualmente identificadas como mais promissoras para separação e captura de CO<sub>2</sub> incluem a absorção (química e física), a adsorção (física e química), a destilação a baixas temperaturas (criogenia), a separação de gás por membranas, a oxi-combustão, a mineralização e a biomineralização. (RAVAGNANI; SUSLICK, 2008, p. 41).

O transporte do CO<sub>2</sub> pode ser feito por diversos moldais logísticos, entretanto os mais utilizados, atualmente, são o rodoviário e os dutos de transporte.

A injeção do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos é um processo que já vem sendo feito em alguns setores industriais. Na indústria petrolífera, existem tecnologias para a recuperação avançada de óleo ou de gás que utilizam algumas substâncias como fluidos de injeção, dentre elas o CO<sub>2</sub>. Segundo o IPCC (2005), as principais opções para o armazenamento geológico do CO<sub>2</sub> são:

- a) injeção em reservatórios depletados (exauridos) de óleo e gás;
- b) uso do CO<sub>2</sub> para a recuperação avançada de óleo ou gás (EOR/EGR);
- c) injeção de CO<sub>2</sub> em reservatórios profundos saturados não usados de águas salinas;
- d) injeção em camadas profundas de carvão mineral inexploráveis;
- e) uso do CO<sub>2</sub> na recuperação avançada de metano em jazidas de carvão mineral (ECBM);
- f) outras opções sugeridas: formações basálticas, xisto betuminoso e cavernas.

A Figura 3.2 do IPCC (2005) ilustra estes diversos tipos de opções para o armazenamento geológico do CO<sub>2</sub>, com uma noção de profundidade. As legendas da figura, que estão em inglês no original, descrevem:

- a) Opções de Armazenamentos Geológicos do CO<sub>2</sub>;
- b) 1 – Reservatórios depletados de óleo e gás;
- c) 2 – Uso do CO<sub>2</sub> na recuperação avançada de óleo ou gás;
- d) 3 - Reservatórios profundos saturados não usados de águas salinas;

- e) 4 - Camadas profundas de carvão mineral inexploráveis;
- f) 5 - Uso do CO<sub>2</sub> na recuperação avançada de metano em jazidas de carvão mineral;
- g) 6 - Outras opções sugeridas como: formações basálticas, xisto betuminoso e cavernas;
- h) Produção de óleo e gás;
- i) Injeção de CO<sub>2</sub>;
- j) Armazenamento de CO<sub>2</sub>.

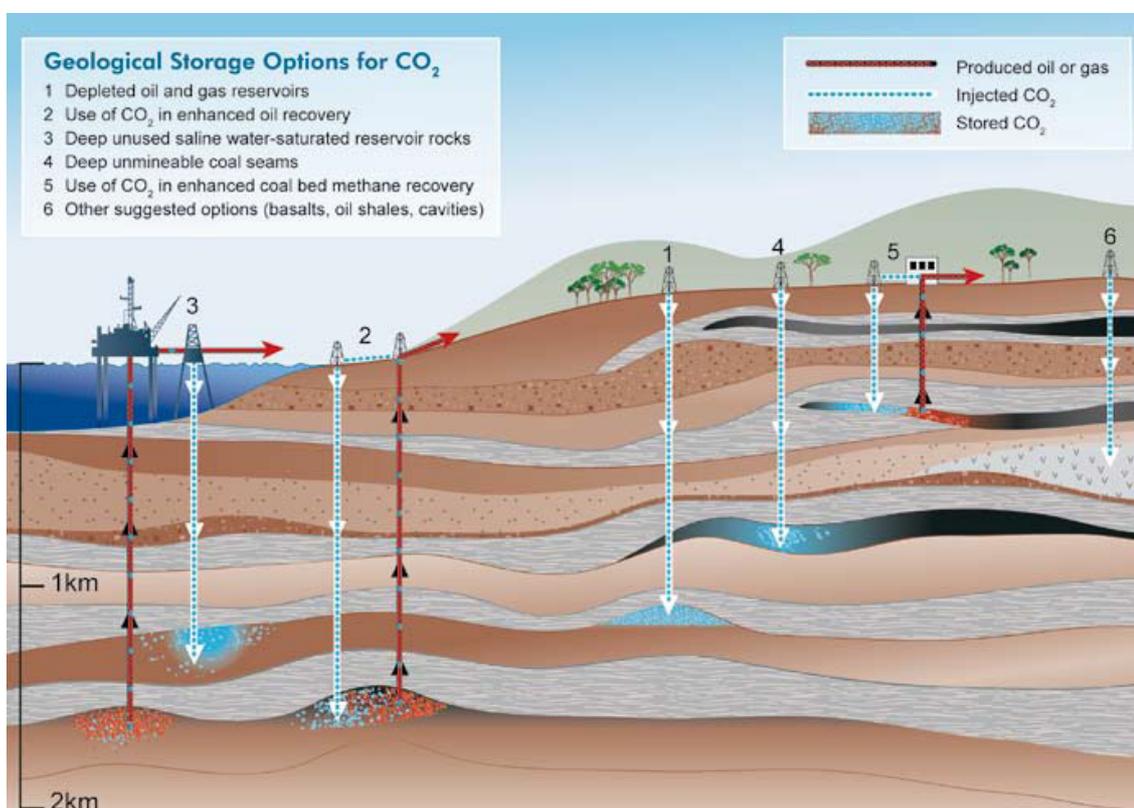


Figura 3.2 – Opções de armazenamento geológico para o CO<sub>2</sub>  
Fonte: IPCC (2005).

Além dos tipos de opções acima destacados, as formações geológicas que foram consideradas como potenciais locais de armazenagem do CO<sub>2</sub>, segundo o IPCC (2005), são:

- a) campos de óleo e gás (sejam abandonados ou em estágio avançado de produção);

- b) formações salinas;
- c) jazidas de carvão mineral;
- d) jazidas de xisto betuminoso;
- e) formações basálticas;
- f) cavernas de sal; e,
- g) minas abandonadas.

Ressalta-se que grande parte destes tipos de formações geológicas são encontradas em bacias sedimentares.

### 3.4 ESPECIFICAÇÃO DO CO<sub>2</sub> PARA A INJEÇÃO E ARMAZENAMENTO EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS

Um dos pontos importantes para a regulação do CGS é a especificação do CO<sub>2</sub> a ser injetado em um reservatório geológico. O não atendimento à esta especificação é crítico, pois a injeção de outras substâncias misturadas com o CO<sub>2</sub>, o que descaracterizaria todo o processo, deve ser considerada em uma regulação do CGS como um desvio muito grave.

A contaminação do CO<sub>2</sub>, no processo de CGS, pode acarretar em conseqüências relevantes como: a reclassificação da substância a ser injetada como perigosa; comportamento diferenciado após a injeção da substância em comparação com o comportamento do CO<sub>2</sub>; comprometimento da infra-estrutura de transporte e injeção projetada para o CO<sub>2</sub>; dentre outras.

No caso do transporte do CO<sub>2</sub>, alguns operadores de gasodutos de CO<sub>2</sub>, em países que já realizam projetos de EOR, como os Estado Unidos, já estabeleceram especificações para o CO<sub>2</sub> a ser transportado. É importante observar que esta especificação está direcionada para o transporte do CO<sub>2</sub>, mas serve como exemplo para a etapa de armazenagem, foco deste trabalho. As especificações de transporte do projeto Canyon Reef, apresentadas pelo IPCC (2005), são as seguintes:

- a) dióxido de Carbono – o produto deve conter, no mínimo, noventa e cinco por cento (95%) de dióxido de carbono;

- b) água - o produto não deve conter água livre e não deve conter mais de  $0,48 \text{ m}^{-3}$  na fase vapor;
- c) ácido sulfídrico – o produto não deve conter mais de mil e quinhentas (1.500) partes por milhão, em peso, de sulfeto de hidrogênio;
- d) total de enxofre – o produto não deve conter mais de um mil quatrocentos e cinquenta (1.450) partes por milhão, em peso, do total de enxofre;
- e) temperatura – o produto não deve exceder à temperatura de  $48,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- f) nitrogênio – o produto não deve conter mais de quatro por cento (4%) de nitrogênio;
- g) hidrocarbonetos – o produto não deve conter mais de cinco por cento (5%) de hidrocarbonetos e o ponto de orvalho de Produto (com relação a esses hidrocarbonetos) não deve exceder  $-28,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- h) oxigênio – o produto não deve conter mais de dez (10) partes por milhão, em peso, de oxigênio;
- i) glicólicos - o produto não deve conter mais de  $4 \times 10^{-5} \text{ L m}^{-3}$  de glicol e em nenhum momento esse glicol deve estar presente em estado líquido a condições de pressão e temperatura do gasoduto.

A proposta de Directiva da União Européia, para a regulação do CGS, não define parâmetros específicos para o  $\text{CO}_2$ , contudo aborda a questão da seguinte forma:

Um fluxo de  $\text{CO}_2$  deve consistir predominantemente em dióxido de carbono. Para o efeito, não lhe podem ser adicionados resíduos ou qualquer outro material que, por essa via, se pretenda eliminar. Um fluxo de  $\text{CO}_2$  pode, todavia, conter, vestígios de substâncias provenientes da fonte ou do processo de captura ou injeção. Os níveis de concentração de tais substâncias serão inferiores aos que afetariam adversamente a integridade do local de armazenagem e da infra-estrutura de transporte e que representariam um risco significativo para o ambiente ou violariam o disposto no direito comunitário aplicável [sic]. (CCE, 2008, p. 23).

O estabelecimento da especificação do  $\text{CO}_2$ , a ser injetado em uma regulação para o CGS, é um item que não pode ser esquecido. A falta dele ou o seu descumprimento levará a um desconhecimento do que poderá conter o subsolo do país e seus impactos.

## **4 A RELAÇÃO COM A ECONOMIA E POTENCIAL DO ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS**

Grande parte das atividades industriais causam ou causaram impactos ao meio ambiente. Desde quando o Homem se utiliza de processos de transformação de matéria-prima, ele vem, ao longo do tempo, contribuindo para as mudanças no meio ambiente do Planeta. Tais mudanças são perceptíveis quando observadas as degradações das águas de rios ou de mares e do ar.

É recente o entendimento de que as contribuições das atividades econômicas, principalmente as de produção, para as alterações do meio ambiente é uma questão a ser tratada também pela Economia. Nestas situações, a intensidade da intervenção governamental nos mercados ainda não está claramente determinada. É importante reconhecer que esta intervenção deve ter um caráter regulatório e buscar, como principal objetivo, o alcance da eficiência alocativa<sup>1</sup> e econômica do mercado. Não se pode deixar de identificar e inserir nesta eficiência os impactos causados ao meio ambiente, decorrentes dos subprodutos gerados nos processos produtivos.

No início do capitalismo moderno, os modelos econômicos surgiram sem uma regulação definida e esta regulação foi sendo construída com o aparecimento de situações nas quais a intervenção do governo foi importante para a busca da concorrência perfeita. O mercado se desenvolveu, criando suas próprias regras. Contudo, estas regras, muitas vezes, só proporcionavam vantagens para poucas empresas e não incentivavam a eficiência do mercado e, com isso, o mercado não encontrava o seu ponto de equilíbrio.

Uma situação que caracteriza o exposto foi o surgimento da regulação do setor de Óleo e Gás nos Estados Unidos. A criação de agências de regulação

---

<sup>1</sup> Eficiência alocativa é alocação de recursos de forma que sejam distribuídos ou alocados da melhor forma possível, ou seja, os diferentes recursos ou insumos (pessoal, material, equipamento e tecnologia) devem ser combinados (balanceados) de maneira a maximizar o resultado ou produto pretendido e evitar gargalos e desperdícios.

aconteceu no fim do século XIX, com o intuito de controlar alguns setores da atividade econômica, combater a formação de cartéis e permitir a livre concorrência.

Quando um mercado opera livremente, sem nenhum tipo de intervenção externa, e ele, por si só, não consegue alcançar a sua eficiência, tal situação se caracteriza numa ineficiência econômica. Uma ineficiência econômica é denominada falha de mercado. O monopólio e concorrência imperfeita; as assimetrias de informações; as externalidades (negativas e positivas) e os bens públicos são exemplos de falhas de mercado. Muitas vezes, estas falhas de mercado são corrigidas com a intervenção do governo e, atualmente, por políticas internacionais.

As principais causas de falhas de mercado são:

- a) desequilíbrio provocado por uma quantidade produzida pelas empresas em escala menor do que a quantidade eficiente para o mercado, deixando, com isso, as oportunidades de ganho mútuo não exploradas;
- b) obtenção, pelas empresas, do maior lucro possível. Principalmente nos casos de monopólio natural;
- c) quando não são considerados os danos que podem ser causados a outros, sejam eles positivos ou negativos;
- d) quando um bem ou um serviço não possuem rivais e o mercado não pode oferecer eficientemente.

A discussão a ser feita nesta dissertação é direcionada para questões referentes às externalidades negativas, que é uma denominação dada pela microeconomia a situações que afetam o bem-estar, em decorrência das decisões de consumo e produção. Como exemplos de externalidades negativas, vinculadas ao meio ambiente, destacam-se: a poluição de rios e afluentes; a poluição sonora provocada pelos meios de transportes ou de produção; a emissão de gases poluentes; dentre outros.

Para Robert e Lieberman:

Uma externalidade é um subproduto de um bem ou atividade que afeta alguém não imediatamente envolvido na transação [...]. Um mercado com uma externalidade negativa associada à produção ou ao consumo de um bem é ineficiente. No equilíbrio do mercado, o custo marginal para todas as partes excede o benefício marginal de todas elas. (ROBERT; LIEBERMAN, 2003, p 526-528)

Soluções para a redução ou eliminação das externalidades negativas podem ser públicas ou privadas. As públicas são: os impostos e subsídios, a regulamentação e as licenças negociáveis. As privadas são: as negociações entre as partes e, por último, a busca por uma solução junto aos tribunais competentes. Ressalte-se que todas estas soluções têm como objetivo o aumento da alocação de recursos, buscando-se alcançar o mais próximo do ótimo social, proporcionando, com isso, o equilíbrio do mercado.

Como instrumentos para corrigir as externalidades negativas, principalmente a poluição, Pindyck e Rubinfeld (1994) apresentam três formas de encorajar as empresas para que reduzam seus níveis de emissões, são elas: fixação de padrão de emissões de poluentes, imposição de taxas de poluentes e distribuição de permissões transferíveis.

#### 4.1 EXTERNALIDADES NEGATIVAS E O ARMAZENAMENTO DO CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS

As emissões de GEE por processos industriais são um caso de externalidade negativa. Destacam-se os processos produtivos da amônia, do cimento, das refinarias, do etanol, do etileno, do óxido de etileno, do aço, do hidrogênio, o processamento de gás e a produção de energia elétrica decorrente de combustíveis fósseis, como os principais emissores de CO<sub>2</sub>.

Segundo Dolley e colaboradores (2006), mais de 8.100 fontes estacionárias localizadas nas mais diversas partes do mundo emitem, cada uma, mais de 100.000 tCO<sub>2</sub> por ano. Pode-se observar a distribuição espacial destas principais fontes emissoras de CO<sub>2</sub>, decorrentes de processos produtivos industriais no mundo, na Figura 4.1.

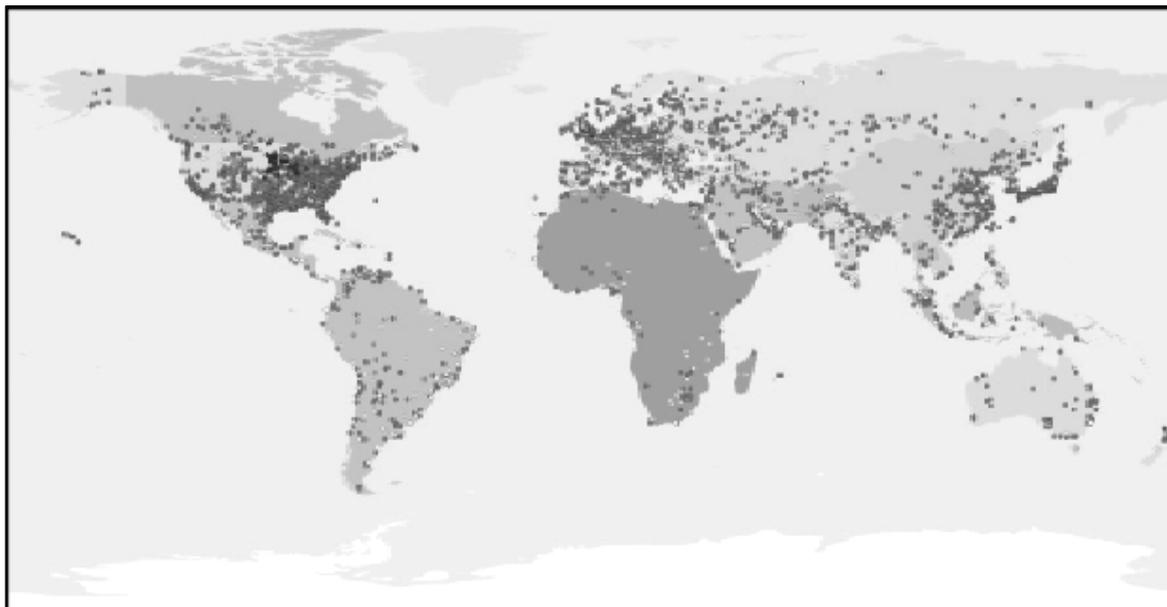


Figura 4.1 – Distribuição espacial das fontes estacionárias emissoras de mais de 100.000 tCO<sub>2</sub> por ano, individualmente

Fonte: Dooley e outros (2006).

#### Segundo Soares e Porto:

A externalidade é um importante conceito econômico utilizado para entendermos como a economia e a formação de preços frequentemente deixam de incorporar os impactos sociais, ambientais e sanitários consequentes das atividades produtivas que geram produtos e serviços. (SOARES; PORTO, 2006, p. 132).

O CGS é apontado como uma das tecnologias que pode, a curto e médio prazo, reduzir as emissões de GEE oriundas de fontes estacionárias. Mas, o impacto que pode ocorrer nos custos finais dos produtos decorrentes da inserção do CGS nos processos produtivos ainda não está muito bem determinado. Tem-se, como exemplo, a produção de energia elétrica por combustíveis fósseis. O IPCC (2005) estimou que, se o custo da eletricidade aumentasse entre 2 e 3 centésimos por kWh, representaria um acréscimo de 20% a 80% no preço final pago pelo consumidor, que seria da mesma ordem de grandeza de muitas energias renováveis e da energia nuclear.

O impacto da inclusão do CCS, abrangendo todas as suas etapas de captura (compressão), transporte e armazenamento para alguns processos industriais, foi levantado por Dooley e colaboradores (2006), num estudo voltado para as condições encontradas nos Estados Unidos. Segundo ele, somente os custos com a captura e

compressão do CO<sub>2</sub> na produção de cimento e aço seriam da seguinte ordem: de \$35 a \$55 por tCO<sub>2</sub> e de \$20 a \$35 por tCO<sub>2</sub>, respectivamente. É certo que a tecnologia utilizada para a realização da captura e compressão conta muito no cálculo para a definição dos custos. A utilização em larga escala destas tecnologias fará com que os custos sejam reduzidos com o passar do tempo.

Já os custos referentes ao transporte e armazenamento do CO<sub>2</sub> estão vinculados ao tipo de transporte (duto, rodovia, marítimo e outros) e a distância em que se encontra a fonte estacionária do reservatório geológico, local onde será executada a injeção do CO<sub>2</sub>. Também, segundo Dooley e colaboradores (2006), os custos decorrentes destas etapas apresentariam o comportamento representado pela Figura 4.2 para os tipos de processos industriais considerados maiores emissores de GEE.

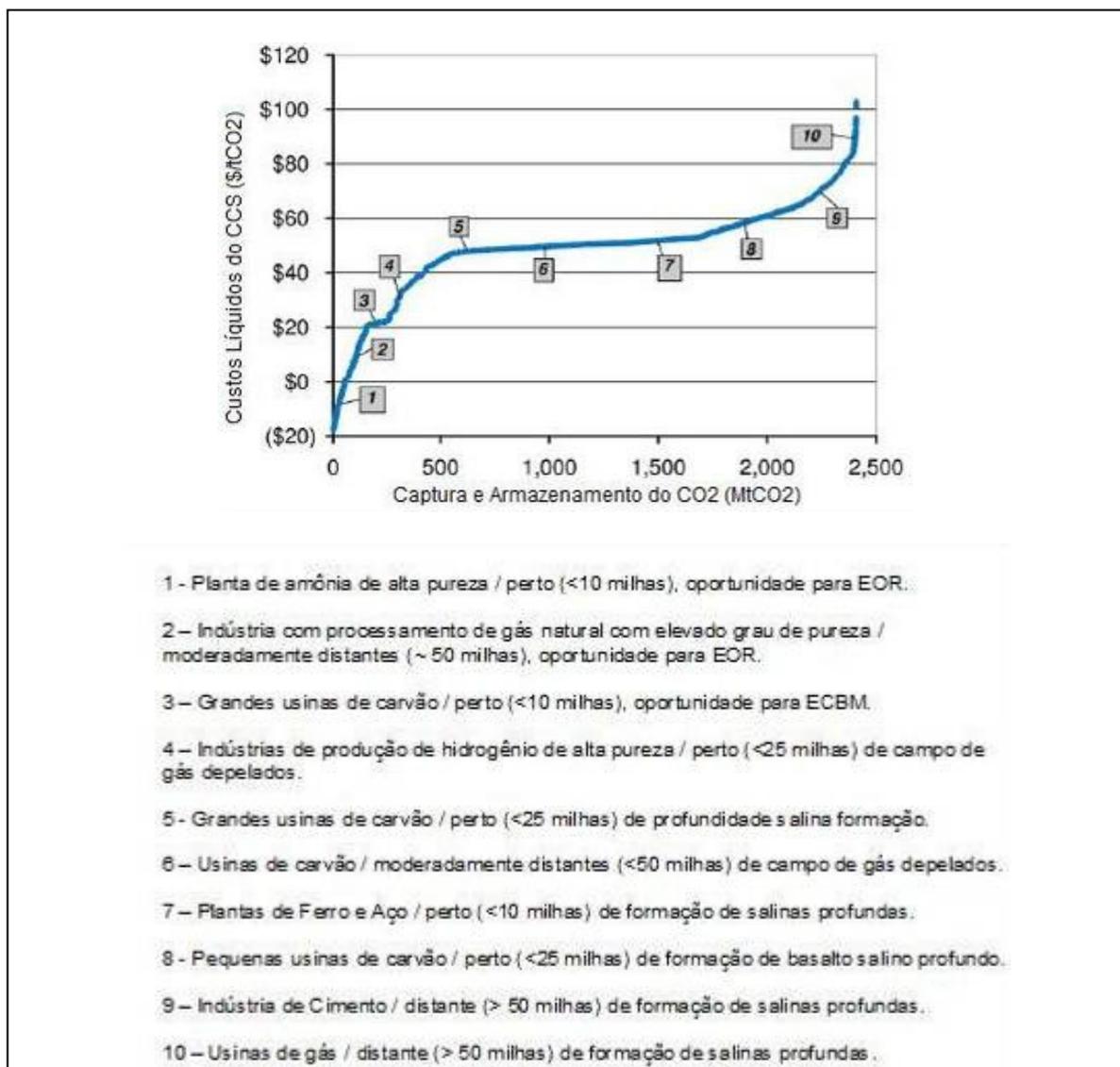


Figura 4.2 – O custo líquido do CCS nos Estados Unidos – fontes e tecnologias atuais. Os dez pontos marcados na curva do gráfico acima são caracterizados por suas diferentes circunstâncias relacionadas com a utilização de tecnologias do CCS

Fonte: Dooley e outros (2006).

Nota: Traduzido.

## 4.2 PRINCIPAIS PROJETOS DE ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS NO MUNDO

Em junho de 2008, o grupo formado pelas oito maiores potências industriais do mundo, o G8, anunciou que espera que sejam lançados 20 grandes projetos em CGS até 2010 (matéria publicada no site Carbono Brasil em 13 de junho de 2008).

Segundo a declaração, eles entendem que o CGS tem um papel crítico no combate das mudanças climáticas e desafios de segurança energética.

Atualmente, existem três (03) projetos de CGS sendo executados em escala industrial, sendo que o mais antigo é o de Sleipner na Noruega. Mais dez projetos em escala piloto estão em execução ou em planejamento para iniciarem, em breve, as suas operações. A Tabela 4.2 apresenta alguns projetos mundiais de CGS, com informações referentes às suas localizações, do início de atividades, a média diária de injeção, o total planejado a ser injetado e o tipo de reservatório.

Tabela 4.1 – Projetos de CGS no mundo (em execução e planejados) de diversas escalas – 2008

Projeto	País	Início da Injeção	Média Diária de Injeção (tCO <sub>2</sub> /dia)	Total Planejado a ser Armazenado (tCO <sub>2</sub> )	Tipo de Reservatório
<b>Escala Industrial</b>					
Sleipner	Noruega	1996	3.000	20.000.000	Formação Salina
Weyburn	Canadá	2000	3.000 – 5.000	20.000.000	EOR
In Salah	Argélia	2004	3.000 – 4.000	17.000.000	Campo de Gás
<b>Escala Piloto</b>					
Ketzin	Alemanha	2008	-	60.000	Aqüífero Salino
K12B	Holanda	2004	100 a 1.000	8.000.000	EGR
Frio	Estados Unidos	2004	177	1.600	Formação Salina
Fenn Big Valley	Canadá	1998	50	200	ECBM
Qinshui Basin	China	2003	30	150	ECBM
Gorgon (planejado)	Austrália	2009	10.000	3.000.000 (por 40 anos)	Formação Salina
Snovit	Noruega	2008	2.000	700.000	Formação Salina
Recopol	Polônia	2004	10.000 m <sup>3</sup> /dia	Somente por 12 meses	ECBM
Latrobe Valley	Austrália	2006 (?)	-	65.000.000	-
Miranga	Brasil	2009	370	1.500.000	EOR

Fonte: SEI (2008).

Nota: Traduzido e atualizado.

Como se pode verificar, as iniciativas de utilização do CGS encontram-se espalhadas nas mais diversas localizações do globo. Contudo, destacam-se, nestas iniciativas, a América do Norte e a Europa. É certo que foram levantados os mais diversos tipos de armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. De uma forma mais abrangente, voltada, principalmente, para o tipo de armazenamento, a Figura 4.3 da

Agência Internacional de Energia (IEA *apud* CO2CRC 2008) reúne, no mapa mundial, todas as iniciativas existentes naquele momento de CGS.

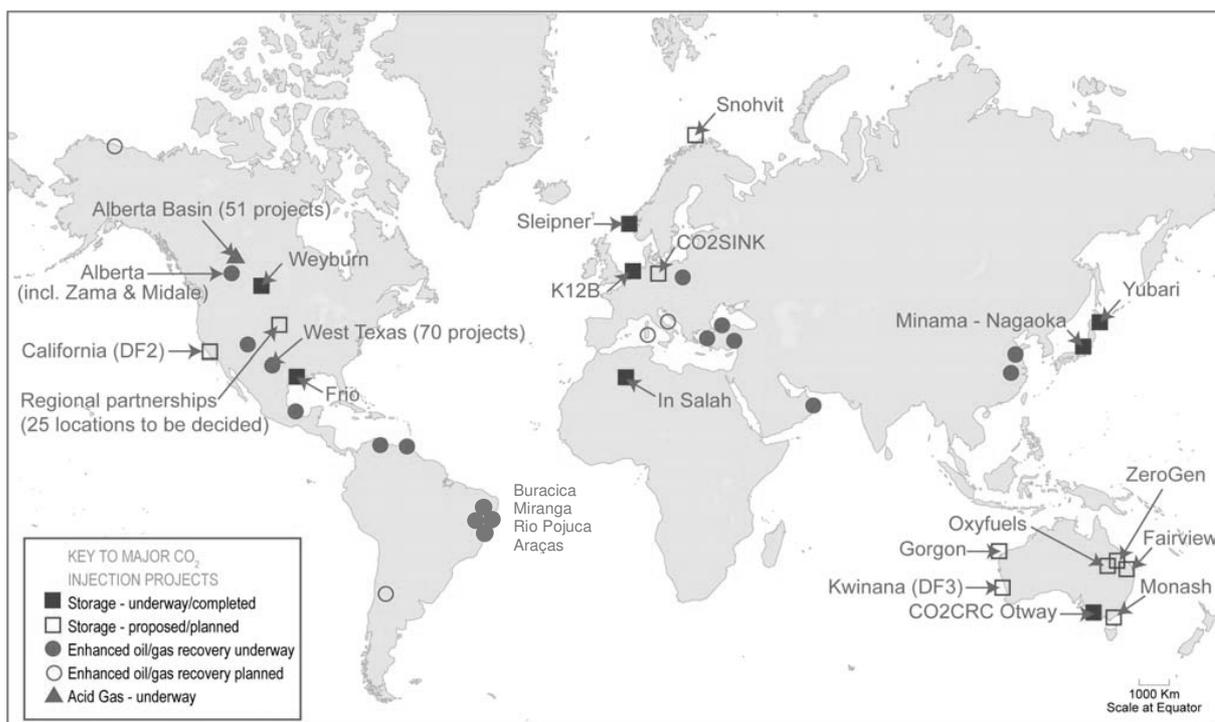


Figura 4.3 – Localização dos Projetos de CGS no mundo (em execução e em planejamento) de diversas escalas

Fonte: IEA (2008).

Nota: Adaptado e atualizado.

#### 4.2.1 Potencial do Armazenamento de CO<sub>2</sub> em Reservatórios Geológicos

O CGS é considerado uma das principais tecnologias para a mitigação de GEE, dada a possibilidade de seu uso em larga escala em um curto espaço de tempo. O mapeamento das principais áreas e formações que podem ser utilizadas para o CGS foi realizado pelo IPCC (2005) conforme a Figura 4.4. O potencial mundial de armazenamento de CO<sub>2</sub>, em reservatórios geológicos, foi estimado por Dooley e colaboradores (2006) e apresentado na Figura 4.5.

As legendas da Figura 4.4, que estão originalmente em inglês, descrevem:

- a) Potencial de Armazenamento.
- b) Bacias Sedimentares com Alto Potencial.
- c) Bacias Sedimentares com Potencial.
- d) Bacias Sedimentares, Rochas Metamórficas e Ígneas sem Potencial.

e) A qualidade e disponibilidade dos dados variam de região para região.

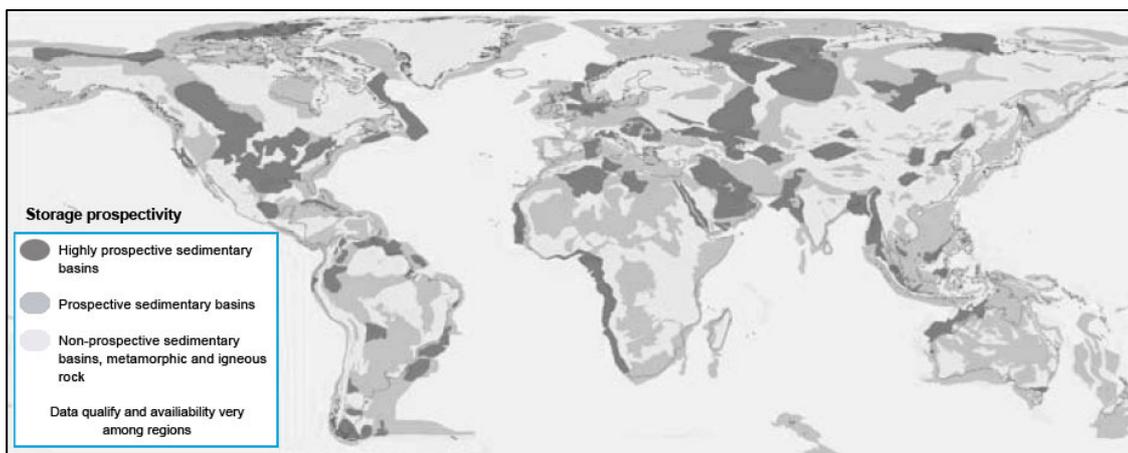


Figura 4.4 - Potencial Mundial de CGS  
Fonte: IPCC (2005).

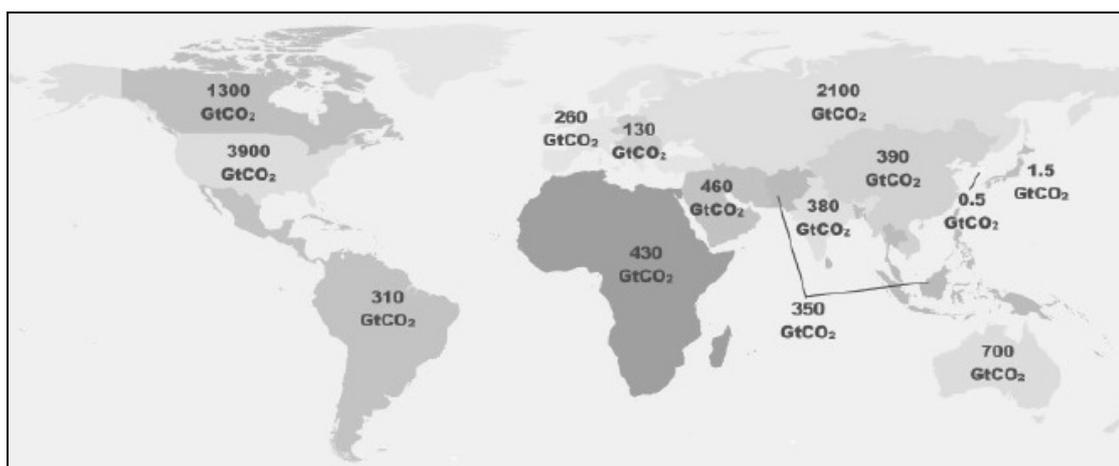


Figura 4.5 – Capacidade mundial de armazenamento de CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos  
Fonte: Dooley e outros (2006).

Para Dooley e colaboradores (2006), as avaliações iniciais da capacidade global de armazenamento de CO<sub>2</sub> revelam um importante e encorajador resultado: a capacidade de armazenamento de CO<sub>2</sub> é mais que suficiente para satisfazer as necessidades de armazenamento provável, pelo menos por um século. A importância do domínio da utilização do CGS está no tempo extra que esta tecnologia pode dar à humanidade para o desenvolvimento de fontes de energias renováveis. É certo que, vinculada a variável temporal, devem estar atreladas às questões referentes à vontade política e investimento no desenvolvimento de novas tecnologias.

É importante para o Brasil, onde a geração térmica fóssil, sobretudo de fontes extremamente emissoras como carvão mineral e óleo combustível, o desenvolvimento e implantação de um grande projeto em GCS, com o objetivo de acompanhar os avanços tecnológicos, desenvolver e deter as tecnologias de ponta, haja vista as possibilidades de negociações de crédito de carbono, oriundas do CGS. Já existem estudos e iniciativas no Brasil a respeito da utilização do CGS.

Estudos realizados por técnicos da indústria petrolífera brasileira das propriedades das rochas e dos fluidos existentes nos reservatórios baianos, concluíram que os métodos de recuperação avançada de petróleo mais adequados para estas jazidas são: injeção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em sua forma miscível e de soluções de polímeros. Ambos os métodos já vêm sendo utilizados, porém em pequena escala. (MUSTAFA; BARBOSA; ROCHA, 2003, p. 210).

Projetos de EOR estão em execução na Bahia, em alguns campos da Bacia do Recôncavo, explorada, comercialmente, desde 1941 (ROCHA e outros, 2007), onde as atividades de CGS se iniciaram no final da década de 90.

A dimensão do potencial do Brasil para o CGS ainda não é conhecida. Em matéria publicada na Folha de São Paulo (Geraque, 2008), segundo Ketzer (coordenador do Centro de Excelência em Pesquisa sobre Armazenamento de Carbono – Cepac/PUC RS), o Brasil, sozinho, tem capacidade para estocar o equivalente ao que o planeta emite em 80 anos. Nesta mesma matéria, Cunha, do Centro de Pesquisa da Petrobras (Cenpes) afirma que a Petrobras espera chegar a 2014 com um armazenamento de CO<sub>2</sub> da ordem de 10 milhões de toneladas por ano.

#### 4.3 AVANÇOS ECONÔMICOS

Pode-se observar o grande potencial a ser explorado quanto à mitigação de GEE por meio da tecnologia CGS. Entretanto, são, também, de fundamental importância os impactos econômicos da inserção do CGS nos processos produtivos e o aumento de preços dos produtos em função desta inserção.

Com a percepção, por parte da economia, de que os agravos ao meio ambiente, gerados pelos processos produtivos, podem ser ajustados através de instrumentos econômicos, a criação de tais instrumentos foi um avanço neste sentido. Atualmente, existem dois movimentos mundiais que são os Mercados de

Crédito de Carbono, criados a partir do Protocolo de Quioto, e os Mercados Voluntários de Crédito de Carbonos.

#### 4.3.1 Mercados de Crédito de Carbono

Desde a década de 90, o mundo está mobilizado quanto às questões das mudanças climáticas. Um reflexo disso foi a reunião realizada em junho de 1992 no Brasil – Rio de Janeiro. Esta reunião foi uma conferência internacional sobre o assunto, quando foi assinada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima – CQNUMC (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC). Outro marco para a constituição do que hoje é denominado Regime Internacional de Mudança Climáticas foi a homologação do Protocolo de Quioto em 1997.

O Protocolo de Quioto, instrumento vinculante da Convenção, apresenta os mecanismos de flexibilização quanto às emissões de GEE. São eles: as implementações conjuntas e o comércio de emissões. Goldemberg (2003) detalha estes tipos de mecanismos:

**Implementação Conjunta – (JI) Joint implementation:** Modalidade de acordo bilateral, proposta pelos EUA, que permite que a execução conjunta de medidas para promover reduções de emissões dos gases de efeito estufa entre países do Anexo I (que têm metas de redução). Este mecanismo permite que um país industrializado compense suas emissões financiando projetos de redução em outros países industrializados. Os projetos podem incluir sumidouros (que absorvem carbono, como florestamento ou reflorestamento) e projetos ambientalmente otimizados (substituição de fontes de energia por alternativas mais limpas) para reduzir os custos de implementação. Assim, o país que não conseguir reduzir suas emissões domesticamente pode comprar “créditos de carbonos” resultantes de projetos de redução bem-sucedidos em outros países do Anexo I. Os créditos assim obtidos são chamados de “unidades de redução de emissões” (ERU em inglês) e deverão ser suplementares às reduções obtidas domesticamente.

**Comércio de Emissões – Emissions trading:** Este mecanismo, também estabelecido pelo Protocolo de Quioto, permite que os países troquem suas cotas de emissões permitidas, chamadas de “unidades de quantidade [de emissões] atribuídas (assigned amount units) entre si. Os países que estiverem cumprindo suas metas ou que não atingiram o teto permitido para as suas emissões domésticas podem comercializar esta “sobra”, vendendo para os países com dificuldades em alcançar suas metas, independentemente de realizar projetos em conjunto. Também devem ser suplementares aos esforços de redução domésticos, no caso de quem compra esses créditos, sempre com a finalidade de reduzir os custos de implementação através de flexibilidade. (GOLDEMBERG, 2003, p. 178)

Os mecanismos do Protocolo de Quioto foram um agente propulsor para o estabelecimento de Mercados de Créditos de Carbono, principalmente após a sua ratificação em fevereiro de 2005. Este Mercado proposto e implementado pelo Protocolo de Quioto (chamado de *compliance*) tem toda a sua regulamentação estabelecida e frequentemente analisada e discutida em encontros periódicos das comissões instituídas no Protocolo e conta com a participação dos governos dos países signatários.

Ressalte-se que a relação entre os impactos causados ao meio ambiente por ações humanas e o comércio de emissões é anterior ao Protocolo de Quioto, com a bem sucedida implantação do Programa “Clean Air Act’s Acid Rain” de 1990, do Governo Americano, no combate às chuvas ácidas naquele País.

Um outro movimento, que está sendo feito em relação ao mercado de crédito de carbono, é a criação dos Mercados Voluntários. Estes mercados são formados por grupos ou setores, que não precisam reduzir suas emissões, ou por empresas situadas em países não signatários, como os Estados Unidos, que já reconhecem a necessidade de reduzir as suas emissões ou promoverem a redução de emissões em outras instituições, compensando, assim, metas internas estabelecidas.

Um exemplo bem sucedido é o da Bolsa do Clima de Chicago (Chicago Climate Exchange – CCX<sup>®</sup>). Tal Bolsa tem como missão prover seus membros (setores público e privado) com métodos de custo benefício para redução de GEE, através da consolidação e administração de um mercado, baseado na redução de emissão e um programa de comércio flexível. Este comércio busca ter baixo custo transacional, ser ambientalmente rigoroso e conceder prêmios a inovações ambientais. A Figura 4.6, retirada do Relatório de Mercado da CCX<sup>®</sup> (2009), apresenta o volume de carbono já negociado nesta Bolsa, incluindo os contratos já firmados até 2010.

### CCX Trading Activity

January 2009

CFI Contract	VOLUME (metric tons)		CLOSING PRICES (\$ per metric ton)	
	Jan-09	Program to Date	Jan 30 '09	Dec 31 '08
2003 Vintage	107,400	10,745,500	\$2.10	\$1.65
2004 Vintage	201,500	10,326,500	\$2.10	\$1.65
2005 Vintage	395,700	13,074,900	\$2.10	\$1.65
2006 Vintage	557,100	16,090,400	\$2.10	\$1.60
2007 Vintage	812,700	16,735,700	\$2.10	\$1.60
2008 Vintage	589,800	12,451,100	\$2.15	\$1.65
2009 Vintage	413,500	12,506,400	\$2.15	\$1.65
2010 Vintage	232,300	17,555,500	\$2.15	\$1.70
<b>Total</b>	<b>3,310,000</b>	<b>109,486,000</b>		

The figures above represent all trades posted to the CCX Trading Platform.

Figura 4.6 – Volume de carbono negociado na CCX até 2010  
Fonte: CCX (2009).

Segundo a Point Carbon (2008), uma das mais conceituadas organizações em mercado de crédito de carbono, criada com o apoio do Fridtjof Nansen Institute da Noruega, dez Estados dos EUA integram a Iniciativa do Efeito Estufa Regional (Regional Greenhouse Gas Initiative – RGGI), eles começarão a regular o CO<sub>2</sub> em usinas energéticas em 2009, contudo, o desenvolvimento do comércio já foi iniciado.

Além desta iniciativa, existe o Mercado de Emissões da União Européia (AAUs - Assigned Amount Units), previsto pelo Artigo 17 do Protocolo de Quioto, que permite a negociação de permissões extras de países que estejam com os seus níveis de emissão abaixo da meta, e o comércio de compensações futuras de *cap-and-trade* nos Estados Unidos, Canadá e Austrália. Alguns exemplos de programas de redução de emissões de GEE e mercados de créditos de carbono são apresentados no Quadro 4.1.

<b>Programas de Redução de Emissões de GEE</b>	<b>Tipo</b>
Califórnia Climate Action Registry <a href="http://www.climateregistry.org">www.climateregistry.org</a>	Registro voluntário
US Environmental Protection Agency Climate Leaders <a href="http://www.epa.gov/climateleaders">www.epa.gov/climateleaders</a>	Programa de reduções voluntárias
World Wide Fund for Nature Climate Savers <a href="http://www.worldwidelife.org/climatesavers">www.worldwidelife.org/climatesavers</a>	Registro voluntário
World Economic Forum Global Greenhouse Gas Register <a href="http://www.weforum.org">www.weforum.org</a>	Registro voluntário
European Union Greenhouse Gas Emission Allowance Trading Scheme <a href="http://ec.europa.eu/environmetclimat/emission.htm">ec.europa.eu/environmetclimat/emission.htm</a>	Mercado de créditos mandatório
European Pollutant Emission Register <a href="http://www.eper.ec.europa.eu/eper">www.eper.ec.europa.eu/eper</a>	Registro/participação mandatória para as indústrias
Chicago Climate Exchange <a href="http://www.chicagoclimateexchange.com">www.chicagoclimateexchange.com</a>	Mercado de crédito voluntário
Respect Europe Business Leaders Initiative on Climate Change <a href="http://www.respecteurope.com">www.respecteurope.com</a>	Programa de reduções voluntárias

Quadro 4.1 – Exemplos de programas existentes de redução de GEE

Fonte: UNEP (2008).

Nota: Traduzido.

Com o surgimento das negociações de crédito de carbono, ocorreram diversas trocas, em virtude da possibilidade da criação de relações comerciais entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, e também entre empresas.

#### **4.3.2 Armazenamento de CO<sub>2</sub> em Reservatórios Geológicos como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**

O mercado de crédito de carbono, criado decorrente do Protocolo de Quioto, é o mais representativo atualmente. Além disso, o preço da tonelada do CO<sub>2</sub>, comercializada nele, é mais cara do que a tonelada comercializada nos Mercados Voluntários. Para ser considerada uma tecnologia que possa gerar créditos no mercado de carbono, decorrente do Protocolo de Quioto, o CGS necessita ter sua metodologia de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) aprovada.

A possibilidade de inclusão de projetos de CGS como MDL foi discutida, inicialmente, na primeira sessão da Conferencia das Partes do CQNUMC. As decisões quanto a esta tecnologia foram postergadas para o encontro entre as partes do Protocolo de Quioto, realizado em Montreal-Canadá em 2005, quando ficou decidido:

- a) organizar uma oficina sobre estas questões em maio de 2006;
- b) solicitar submissões pelas partes em CGS, como atividades de projetos de MDL, abordando questões como relatos das prestações de contas dos limites dos projetos, fugas e permanência;
- c) o Executive Board (EB) dos MDLs, considerar propostas para novas metodologias de projetos com CGS;
- d) considerar todo o material já desenvolvido nos encontros passados para a tomada de decisão.

Em dezembro de 2006, em Nairóbi, ocorreu a segunda reunião e foi decidido que seria necessário mais tempo para considerar, cuidadosamente, as questões referentes à adoção de uma metodologia do CGS como MDL. Devido às solicitações das partes, o EB continua discutindo propostas de novas metodologias e solicitações de submissões de CGS. As decisões referentes à inclusão do CGS como MDL ficaram para uma terceira reunião em dezembro de 2007, que decidiu postergar a decisão para a reunião de 2008.

Na última reunião em Polznan na Polônia, ocorrida em dezembro de 2008, continuou-se a discussão sobre a proposta de uma metodologia de MDL para o CGS. Destaca-se que a proposta apresentada para a metodologia abrange o armazenamento do CO<sub>2</sub> nas seguintes formações geológicas: aquíferos salinos, campos depletados de óleo e gás e a injeção em locais *onshore* e *offshore*. Ficam fora desta metodologia o armazenamento em oceanos e as tecnologias de recuperação avançadas de hidrocarbonetos (EOR, EGR e ECBM). As definições, quanto à aprovação da metodologia, foram novamente postergadas para a próxima reunião.

Um dos pontos cruciais para a difusão e adoção do CGS nos mercado de créditos de carbono é uma regulação bem estruturada e sancionada pelas autoridades competentes dos países. Países desenvolvidos, como os Estados Unidos, a Austrália e a União Européia (bloco econômico dos países europeus) já elaboraram suas propostas de regulação do CGS e estão em fase final de homologação.

A Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa ao CGS, apresentada em Bruxelas em 23 de janeiro de 2008, é explícita quanto aos instrumentos de incentivos à adoção do CGS. Os incentivos são: i) enquadrar o CGS no sistema de comércio de direitos de emissão e deixar o mercado do carbono determinar a sua efetivação e ii) em complemento, tornar obrigatória a utilização do CGS (e também a adaptação *a posteriori*) a partir de uma data específica. A obrigatoriedade da CGS estimula uma consolidação mais rápida, mas a um custo adicional substancial; entregue às regras do mercado de carbono, o CGS será consolidado se e quando for economicamente rentável. Posto isso, foi decidido na Directiva da União Européia, não tornar o CGS obrigatório na fase atual em que se encontra.

Segundo a Sustainable Energy Ireland – SEI (2008), o mercado de carbono da União Européia, primeiro regulador do mercado de crédito para Reduções Certificadas de Emissões (RCE's), conforme o Protocolo de Quioto, os esquemas de comércio de emissões vão se constituir o principal incentivo para a implantação do CGS em toda a Europa. No entanto, a adesão ao CGS vai depender dos preços do carbono e do preço das tecnologias do CGS. Segue, abaixo, o Quadro 4.2, apresentado na publicação da SEI (2008), com as ações propostas e prazos referentes ao CGS na União Européia.

<b>Ações da União Européia</b>	<b>Quando?</b>
<b>Regulação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver uma estrutura regulamentar para permitir o uso do CGS</li> <li>- Desenvolver legislação do CGS</li> <li>- Perspectiva de inclusão no Esquema de Comércio de Emissões (ETS)</li> <li>- Inclusão do CGS no ETS</li> </ul>	Imediato 2008 2008 – pós 2012 Pós 2015
<b>Implantação de Pesquisa de Desenvolvimento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O apoio da União Européia à P&amp;D</li> <li>- Desenvolver 12 projetos de demonstração do CGS</li> <li>- Plano Estratégico as Tecnologias Energéticas - aprovado 2007</li> <li>- Suporte para unidades de demonstração - recompensa</li> <li>- Avaliações</li> </ul>	2007, 2008 2015 2008 Em curso Em curso
<b>Viabilidade comercial:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Provar a viabilidade econômica do CGS</li> </ul>	2020
<b>Usinas de Energia com Capture-Ready:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nenhuma nova central elétrica alimentada por carvão vegetal sem CCS</li> <li>- Emissões Zero de Combustíveis Fósseis em Usinas de Energia (ZEFFPP) - pesquisa e suporte</li> </ul>	2020 Em curso
<b>Divulgação Global:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivo para a cooperação a nível mundial através de transferências de tecnologia, especialmente para os países em desenvolvimento. Esta é uma questão global.</li> </ul>	ASAP Na conferência de Bali da ONU 2007 apelou-se para a transferência de tecnologia

Quadro 4.2 - Apresentação dos pontos críticos levantados na proposta de regulação do CGS da União Européia

Fonte: SEI (2008).

Nota: Traduzido

Posto isso, pode-se verificar a importância quanto ao reconhecimento do CGS como uma metodologia de MDL para a obtenção de créditos de carbono, principalmente, junto ao mercado de Reduções Certificadas de Emissões (RCE's). Isto fortalece a necessidade do aprofundamento da discussão apresentada, e efetiva tomada de ação junto às instâncias decisórias.

## **5 PRINCIPAIS ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS EM UM SISTEMA REGULATÓRIO PARA ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS**

Um dos pontos cruciais para a elaboração de uma regulação para o CGS é a identificação dos principais aspectos a serem abordados. Os aspectos abordados nesta dissertação abrangem as áreas: jurídica, financeira, técnica/tecnológica e ambiental (incluindo as questões da saúde humana).

Alguns trabalhos apresentam os principais aspectos a serem abordados em uma regulação para o CGS. Tem-se como referência os trabalhos da IEA e da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (com o foco direcionado para as questões de uma metodologia do CCS para MDL). Os itens abordados nestes trabalhos são apresentados a seguir.

A IEA, em seu trabalho intitulado “Aspectos Legais da Estocagem do CO<sub>2</sub> - Atualizações e Recomendações” (2007), cita que o desenvolvimento de um sistema regulatório efetivo para o CGS é o primeiro passo rumo ao alcance da confiança da indústria e comunidade. Nesta publicação, a IEA apresenta os seguintes aspectos como principais:

- a) Questões jurisdicionais;
- b) Classificação do CO<sub>2</sub> armazenado;
- c) Relação entre a regulação de óleo e gás existente;
- d) Direito à propriedade;
- e) Direito de acesso (exploração, retenção, injeção e armazenamento);
- f) Acesso (devido ao longo período de armazenamento);
- g) Direito ao subsolo;
- h) Questões transnacionais;
- i) Direito de posse do CO<sub>2</sub> injetado;
- j) Direito de posse da planta e equipamentos;
- k) Local do armazenamento;
- l) Responsabilidades de verificação e monitoramento;

- m) Requerimentos de monitoramento da água;
- n) Responsabilidade residual (débitos e responsabilidades pós armazenamento a longo prazo);
- o) Contrato de transferência de responsabilidades;
- p) Questões financeiras; e
- q) Propriedade intelectual.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas aponta os seguintes pontos críticos para a validação de uma metodologia do CGS como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo:

- a) Incerteza e riscos de fuga quanto aos longos períodos de armazenamento;
- b) Questões de limites internacionais dos projetos;
- c) Longo tempo de responsabilidade para monitoramento do reservatório e alguma medida de remediação necessária após o fim do período dos créditos;
- d) Longo tempo de responsabilidade legal do local de estocagem;
- e) Opções financeiras por longo tempo, no caso de alguma fuga do reservatório;
- f) Critérios e estágios de seleção apropriados para os reservatórios, com respectivo potencial de retenção dos gases de efeito estufa;
- g) Partes potenciais de fuga e características locais, metodologias de monitoramento de fuga física do reservatório e infra-estrutura associada;
- h) Operação dos reservatórios, dinâmica de distribuição do CO<sub>2</sub> do reservatório e questões de remediação.

Observa-se que existem aspectos que são abordados nos dois trabalhos. Destaca-se que todos os aspectos identificados e apresentados pelos trabalhos têm uma importância relevante para uma regulação do CGS. Entretanto, vale destacar outros aspectos importantes para a estruturação de um sistema regulatório para o CGS, são eles:

- a) Definição de uma autoridade competente indicada;
- b) Análise de situações regulatórias análogas existentes e que podem ser exemplo na estruturação do sistema regulatório;

- c) Aspectos financeiros (fontes, destinos, usos e outros) para a manutenção da autoridade competente indicada quanto as suas atividades administrativas e técnicas, haja vista que o tempo de armazenamento do CO<sub>2</sub> é indeterminado assim como a responsabilidade da autoridade escolhida;
- d) Forma de regime a ser estabelecido entre as partes de um projeto de CGS, por exemplo: concessão, autorização ou permissão;
- e) O estabelecimento da estrutura macro da regulação, exemplo do poluidor-pagador e taxas;
- f) A especificação da substância a ser injetada, que deve ter a maior quantidade possível de CO<sub>2</sub>. Este aspecto se torna relevante no intuito de inibir a injeção de outras substâncias que sejam mais impactantes que o CO<sub>2</sub>;
- g) Classificação do CO<sub>2</sub>, se ele é considerado pela regulação como um resíduo, um poluente, uma substância tóxica ou um recurso mineral; e
- h) Incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Para as próximas etapas e análises desta dissertação, foram selecionados alguns dos aspectos supracitados, haja vista que, em virtude da quantidade identificada de aspectos, a análise de todos não seria possível neste trabalho. A seleção dos aspectos foi feita em função do grau de importância dado na literatura internacional, assim como a presença nas propostas internacionais existentes de regulação do CGS e da análise do autor quanto ao contexto regulatório que tem alguma relação com o CGS no Brasil. Outro ponto importante foi a presença do aspecto em mais de uma publicação, o que ressalta a sua importância. Sendo assim, seguem os aspectos selecionados:

- a) Proibições/restrições;
- b) Direito à Propriedade;
- c) Direito de Acesso (exploração, retenção, injeção e armazenamento);
- d) Seleção dos Locais;
- e) Licenças de Projeto/Exploração, Armazenamento e outras;
- f) Especificações do CO<sub>2</sub>;
- g) Classificação do CO<sub>2</sub>;

- h) Obrigações do Operador quanto à Operação, ao Monitoramento e ao Encerramento;
- i) Transferência de Responsabilidade;
- j) Monitoramento e Inspeções das Autoridades Competentes;
- k) Situações de Irregularidades e/ou Fugas;
- l) Garantias e Questões Financeiras (mecanismos de incentivo financeiros);
- m) Cooperação Transfronteiras (Transnacionais);
- n) Sanções;
- o) Direito ao Uso do CO<sub>2</sub> Armazenado;
- p) Propriedade Intelectual;
- q) Correlação com a Indústria do Petróleo;
- r) Autoridade Competente Indicada; e
- s) Impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Humana.

## **6 REGULAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS EM OUTROS PAÍSES**

Alguns países já iniciaram o desenvolvimento de seus sistemas regulatórios do CGS. Estas propostas serviram como fonte de análise comparativa de alguns aspectos para esta dissertação. É importante destacar que a análise destas propostas buscou ser abrangente, inclusive levando em consideração os contextos regulatórios existentes nestes países.

A primeira análise das propostas internacionais de regulação feita nos itens 6.2, 6.3 e 6.4 deste capítulo tiveram um caráter exploratório e, com isso, foi necessário restringir os aspectos selecionados, resultando em: direitos e responsabilidades referentes à propriedade; direito de exploração (parte do direito de acesso); uso comercial do CO<sub>2</sub> armazenado; responsabilidades pré e pós-armazenamento (relativas a implicações financeiras, de segurança, de saúde e do ambiente). Entretanto, no item 6.5 deste capítulo é feita uma análise comparativa entre as propostas internacionais de regulação do CGS com todos os aspectos selecionados no Capítulo 5 desta dissertação.

### **6.1 CONTEXTO DOS PAÍSES REFERÊNCIAS DESTE TRABALHO**

Devido à necessidade de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera, alguns países desenvolvidos estão em fase de aprovação dos sistemas regulatórios do CGS. Isso em virtude da contribuição deles nas emissões mundiais de CO<sub>2</sub>. Segundo a IEA (2007), em 2005, os 30 países mais ricos que participam da Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico - OECD contribuíram com 47,6% de todas as emissões mundiais de CO<sub>2</sub>. Este montante é extremamente representativo na quantidade total de emissões mundiais de 2005, que foi de 27.136 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Os países que já têm uma proposta para a regulação do CGS são: Estados Unidos, Austrália e o bloco econômico da União Européia. O Quadro 6.1 apresenta uma breve contextualização destes países direcionada para a implantação de um sistema regulatório para o CGS. Destacando suas posições quanto à energia e mudanças climáticas, assim como, quanto ao CO<sub>2</sub>, projetos de CGS e direitos à propriedade do subsolo.

	<b>União Européia</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>Austrália</b>
Política Climática	Signatário do Protocolo de Quioto com Política Climática e mercado de carbono estabelecido. Deve determinar como o CGS será enquadrado no comércio de CO <sub>2</sub> .	Não é um signatário de Quioto, nenhuma Política Climática coordenada em âmbito federal. Diversos projetos estão pendentes no Congresso. Atualmente, o âmbito estadual domina as iniciativas.	Ratificou Quioto em dezembro de 2007.
Infra-estrutura energética	Pesada dependência do carvão em vários Países. A Alemanha decidiu a supressão progressiva das suas centrais nucleares. Sentimento anti-nuclear em muitos Países do norte da UE.	Pesada dependência do carvão no Meio Oeste e Estados localizados nas montanhas. Grandes reservas de carvão e uma grande quantidade de novas plantas (sem captura) propostas atualmente. Em discussão as propostas de utilização do carvão líquido para vários projetos.	Busca crescimento estável, conjugado com uma forte dependência do carvão para a produção de eletricidade. Dependência econômica da exportação do carvão e das tecnologias de exportação.
Classificação do CO <sub>2</sub>	Definido como "resíduo" ou "categoria especial" da UE no âmbito da Directiva de Aterro de Resíduos e Águas.	A regulação para a injeção subterrânea traz a exigência regulamentar baseada na origem e no local de eliminação, não na classificação de CO <sub>2</sub> . A exceção é o Resource, Conservation and Recovery Act (RCRA) Legendas C, contém lista de resíduos (ver 42 U.S.C. 6901), contudo o CO <sub>2</sub> não é um resíduo listado.	Reguladores australianos têm estado ativos na classificação do CO <sub>2</sub> o que não será uma barreira para a utilização do CGS.
Localização dos Projetos de CGS	Os locais off-shore são importantes. Não se observaram locais on-shore para grandes projetos. Em Utsira, formação sob o Mar do Norte, estima-se que tenha a capacidade de armazenar todas as emissões da Europa, durante séculos. Necessidade de uma Coordenação com os tratados internacionais para a implantação de grandes projetos de CGS.	Significativa capacidade de armazenamento geológico on-shore. Principal alvo são os campos de óleo e gás. Contêm altas quantidades de poços abandonados. Potencial alto de risco ecológico e a saúde humana devendo existir uma gestão ativa para a importação e injeção on-shore.	A Austrália tem metas de projetos de CGS tanto on-shore e off-shore. No entanto, muitos destes projetos estão longe dos centros populacionais, reduzindo o potencial de risco para a saúde humana e os riscos de segurança.
Direitos à propriedade do subsolo	Direitos minerais e de espaço dos poros sendo propriedade controlada pelo governo central, fazendo com que o quadro jurídico para a aquisição do espaço poroso seja mais simples.	Em terras privadas, os direitos minerais da superfície/espaco poroso podem ser de diferentes partes, em áreas estaduais o proprietário titular do espaço dos poros é o dono, uma vez que os hidrocarbonetos já tenham sido removidos.  Em terras públicas, arrendatários dos direitos minerais, podem ter os direitos.	Direitos minerais e de espaço dos poros são propriedades do governo.

Quadro 6.1 - Questões de condução na implantação do sistema regulatório do CGS na União Européia, Estados Unidos e Austrália

Fonte: IRGC (2008).

Nota: Traduzido.

Pode-se observar que existem questões fundamentais que são tratadas de formas distintas entre a União Européia, os Estados Unidos e a Austrália, contudo, isso não é um empecilho para a estruturação dos seus sistemas regulatórios do

CGS. As propostas da União Européia, dos Estados Unidos e da Austrália são apresentadas a seguir, tendo como principal objeto de análise os aspectos referentes aos direitos e responsabilidades referentes à propriedade, o direito de exploração e o uso comercial do CO<sub>2</sub> armazenado e as responsabilidades pré- e pós-armazenamento, relativas a implicações financeiras, de segurança, de saúde e do ambiente.

## 6.2 PROPOSTA DE REGULAÇÃO DA COMUNIDADE EUROPEIA

O bloco econômico formado pelos países da Europa teve a proposta de sua regulação para o CGS apresentada em janeiro de 2008. Ela é denominada de Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho Relativa à Armazenagem Geológica de Dióxido de Carbono, datada de 23 de janeiro de 2008. A proposta da União Européia teve como principal motivação e objetivos:

A eficiência energética e as energias renováveis são, a longo prazo, as soluções mais sustentáveis, no que respeita quer à segurança do aprovisionamento quer ao clima. Todavia, se não aproveitarmos também a possibilidade de capturar o dióxido de carbono das instalações industriais e o armazenar em formações geológicas (“CAC” – captura e armazenagem de dióxido de carbono), não conseguiremos reduzir em 50% até 2050 as emissões de CO<sub>2</sub> a nível da União Europeia ou no mundo. Nos próximos 10 anos, proceder-se-á à substituição de cerca de um terço da capacidade energética existente na Europa com base no carvão. A nível internacional, o consumo de energia da China, da Índia, do Brasil, da África do Sul e do México fará aumentar drasticamente a procura mundial, que deverá ser satisfeita, em grande parte, com combustíveis fósseis. O presente quadro jurídico destina-se a garantir que a captura e a armazenagem de CO<sub>2</sub> sejam uma opção de atenuação viável e se processem com segurança e responsabilidade [sic]. (CCE, 2008, p.2).

Segundo a Directiva da União Européia, a obrigatoriedade do CGS estimula uma absorção mais célere, mas a um custo adicional substancial; entregue às regras do mercado do carbono, o CGS será adotado se e quando for economicamente rentável. Foi decidido não tornar o CGS obrigatório na fase atual. A Directiva aborda os aspectos levantados nesta dissertação, conforme o Quadro 6.2.

<b>Proposta da União Europeia para a regulação do CGS</b>	
Direitos e responsabilidades referentes à propriedade	A proposta não explicita de quem é o direito à propriedade do subsolo e seus minerais, contudo, conforme apresentado no Quadro 6.1, ele é do Governo Central. O operador terá o direito de explorar e armazenar (concedido por meio de licenças) o CO <sub>2</sub> até transferir toda a sua responsabilidade à autoridade competente.
Direito de exploração (Direito de acesso)	A proposta aborda a necessidade de obtenção pelo operador de uma Licença de Exploração junto às autoridades competentes no intuito de obter o direito de exploração da área, contudo, ele não pode realizar outros tipos de operações na área que sejam incompatíveis com a injeção do CO <sub>2</sub> .
Uso comercial do CO <sub>2</sub> armazenado	A proposta não é explícita quanto ao uso do CO <sub>2</sub> pós-armazenamento, somente restringe o seu escopo para o armazenamento. A questão a ser discutida neste item é: se com o passar do tempo o CO <sub>2</sub> injetado tiver valor econômico? Ele é de propriedade do Governo ou do operador (enquanto sua licença for válida)?
Responsabilidades pré- e pós-armazenamento, relativas a implicações financeiras, de segurança, de saúde e do ambiente	<p>A proposta é clara quanto às questões deste item. Enquanto o operador for responsável pela área, é ele quem responde por qualquer situação fora do planejado. E, após a entrega para a autoridade competente, é a autoridade quem se responsabiliza pela área. A Directiva remete aos Estados-Membros ou outras Directivas as questões mais específicas. Seguem alguns trechos da Directiva para confirmar o posto acima:</p> <p><i>“Após a transferência da responsabilidade, deverá ser autorizada a cessação da monitorização, devendo contudo ser reactivada se se identificarem fugas ou irregularidades significativas. A autoridade competente não deve cobrar ao anterior operador custos suportados após a transferência da responsabilidade”.</i></p> <p><i>“A responsabilidade por danos ambientais (danos causados a espécies e habitats naturais protegidos, à água e ao solo) é regulada pela Directiva 2004/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril de 2004, relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais, que deve ser aplicada ao funcionamento dos locais de armazenagem nos termos da presente directiva. A responsabilidade por danos ao clima em resultado de fugas é contemplada pela inclusão dos locais de armazenagem na Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro de 2003, relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Directiva 96/61/CE do Conselho, a qual impõe a devolução das licenças de emissão em caso de ocorrência de fugas”.</i></p> <p><i>“Os Estados-Membros assegurarão que o requerente de uma licença de armazenagem, antes de entregar o pedido, tome as medidas adequadas, sob a forma de uma garantia financeira ou outro instrumento equivalente, com base em modalidades a decidir pelos Estados-Membros, para assegurar o cumprimento das obrigações decorrentes da licença emitida em conformidade com a presente directiva, incluindo os procedimentos relativos ao encerramento e as disposições relativas ao pós-encerramento, assim como as eventuais obrigações decorrentes da inclusão no âmbito de aplicação da Directiva 2003/87/CE”.</i></p>

Quadro 6.2 - Apresentação dos pontos críticos levantados na proposta de regulação do CGS da União Europeia

Nos dias 11 e 12 de dezembro de 2008, ocorreu uma reunião extremamente importante para a Comunidade Européia com o objetivo de rediscutir, em virtude da crise econômica mundial, os compromissos da União Européia de combate às mudanças climáticas. O documento nº 17215/08 do Conselho da União Européia, denominado Energia e Mudanças Climáticas – Elementos do Compromisso Final apresenta os novos compromissos da união, contendo metas específicas para cada país. Como desdobramentos desta reunião, foram aprovados alguns textos propostos para regulações específicas voltadas para as questões de mudanças climáticas pelo Parlamento Europeu.

Em 17 de dezembro de 2008, o Parlamento Europeu divulgou os textos das regulações aprovados. Dentre estes textos, está a aprovação do texto, por meio do processo de co-decisão: primeira leitura, da regulação para o armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> acima analisado. Foram feitas algumas alterações no texto original apresentado, sendo que as consideradas mais importantes para este trabalho foram:

A recuperação avançada de hidrocarbonetos (RMC) designa a extracção de hidrocarbonetos complementar da produzida naturalmente por injeção de água ou outros meios. A RMC enquanto tal não é abrangida pelo âmbito de aplicação da presente directiva. No entanto, caso a RMC seja combinada com o armazenamento geológico do CO<sub>2</sub>, aplicam-se as disposições da presente directiva relativas ao armazenamento ambientalmente seguro. Neste caso, as disposições da presente directiva relativas às fugas não deverão ser aplicáveis a quantidades de CO<sub>2</sub> libertadas por instalações de superfície que não excedam o necessário no processo normal de extracção de hidrocarbonetos e não comprometem a segurança do armazenamento geológico nem afectam o ambiente circundante. Essas libertações são abrangidas pela inclusão de locais de armazenamento na Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro de 2003, relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Directiva 96/61/CE do Conselho, a qual impõe a devolução das licenças de emissão em caso de ocorrência de fugas (incluindo assim as referidas libertações) [sic]. (PARLAMENTO EUROPEU, 2008, p.162-163).

#### Artigo 20.º - Fundo de reserva

1. Antes de ser efectuada a transferência de responsabilidade nos termos do n.º 3 do artigo 18.º, os Estados-Membros asseguram que o operador disponibilize à autoridade competente uma contribuição financeira, na forma a decidir pelos Estados-Membros. A contribuição do operador deve ter em conta os critérios referidos no Anexo I e os elementos relativos à história do armazenamento de CO<sub>2</sub> que sejam pertinentes para determinar as obrigações pós-transferência e cobrir pelo menos o custo previsto de monitorização durante um período de 30 anos. Esta contribuição pode ser utilizada para cobrir os custos suportados pela autoridade competente após a transferência de responsabilidade para garantir que o CO<sub>2</sub> fique completa e permanentemente confinado a locais de armazenamento geológico após a transferência de responsabilidade [sic]. (PARLAMENTO EUROPEU, 2008, p. 182).

### 6.3 PROPOSTA DE REGULAÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS

A atividade de injeção de substâncias e resíduos no subsolo dos Estados Unidos é realizada há mais de 50 anos. Esta prática é entendida como essencial para muitas atividades humanas, incluindo a produção petrolífera, a produção química, a produção alimentar, a produção industrial e mineral. Segundo o inventário FY 2000 National Injection Well, atualmente, existem mais de 375.000 poços com substâncias injetadas no país.

Nas últimas décadas, devido à atividade de injeção, muitos Estados, Tribos e o próprio Governo Federal dos Estados Unidos desenvolveram programas e métodos para a proteção das fontes subterrâneas de águas potáveis. É neste contexto que o Governo Federal dos Estados Unidos delegou a U.S. Environmental Protection Agency - EPA o desenvolvimento de padrões mínimos da atividade de injeção de substâncias no subsolo. Em 1979, foram estabelecidos os regulamentos do Underground Injection Control Program - UIC, que não impõem exigências jurídicas aos Estados, Territórios, ou Tribos. Ele resume prescrições legais ou regulamentares. Inclusive, ele é enfático quanto à conservação do poder discricionário para adotar abordagens, caso-a-caso, que difere do documento se for necessário.

O UIC estabelece cinco classes de poços para injeção, estas classes são baseadas, sobretudo, no potencial para injeção (tipo de atividade e profundidade da injeção) que pode resultar em uma ameaça às fontes subterrâneas de águas potáveis. O principal fator para definir cada classe é o tipo de atividade e a natureza geral dos fluidos, associados a esta atividade, exceto para a Classe V. Sendo assim, tem-se:

- a) classe I: relacionada à injeção de resíduos perigosos, industriais e resíduos urbanos;
- b) classe II: relacionada à produção de petróleo e gás;
- c) classe III: relacionada à recuperação de minerais;

- d) classe IV: outras atividades relacionadas à injeção, onde os dados são insuficientes para avaliar a ameaça às fontes subterrâneas de águas potáveis (ex: os radioativos);
- e) classe V: inclui todos os outros tipos não abrangidos nas Classes anteriores.

Um fator secundário na classificação utilizada é a localização (profundidade) da injeção em relação à fonte subterrânea de água potável.

Em 25 de julho de 2008, a EPA apresentou uma proposta para a regulação de injeção do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos. Ela propõe que, inicialmente, a injeção de CO<sub>2</sub> seja considerada como Classe V (pois ainda estaria em fase de projeto-piloto) e, após a sua utilização em larga escala, fosse criada a Classe VI. A proposta aborda as questões levantadas neste trabalho conforme o Quadro 6.3 a seguir.

<b>Proposta dos Estados Unidos para a regulação do CGS – Programa UIC</b>	
Direitos e responsabilidades referentes à propriedade	<p>A proposta não explicita de quem é o direito à propriedade do subsolo haja vista que os direitos podem ser de diferentes entes conforme o apresentado no Quadro 6.1. Entretanto, a proposta é clara na solicitação quando do encerramento da operação e da emissão de um relatório final do operador e aprovação da autoridade competente. O objetivo do relatório seria o de fornecer informação aos potenciais utilizadores e autoridades da superfície terrestre e o subsolo (espaço poroso) no que diz respeito à operação. Além disso, o proprietário ou o operador do local da injeção deve registrar uma anotação sobre a escritura para a instalação propriedade ou qualquer outro documento que normalmente é analisado durante prévia pesquisa do título que irá, em perpetuidade, fornecer informação a qualquer potencial comprador do imóvel que a terra foi utilizada para armazenar CO<sub>2</sub>.</p>
Direito de exploração (Direito de acesso)	<p>A regulação existente do Programa UIC aborda que a injeção em poços deve ser permitida individualmente ou como parte de uma área.</p> <p>Para os projetos de CGS seria provável uso múltiplo/simultâneo para injeção de vários poços por projeto, a EPA prevê que a maior parte dos proprietários ou operadores irão procurar obter licenças para a sua área e não por poço. Por isso, propõe que na Classe VI as licenças seriam emitidas para a vida operacional do projeto, incluindo a operação do CGS, no local da injeção, e cuidados pós-período.</p> <p>A proposta tem estruturada a exigência quanto à documentação necessária para a solicitação de uma licença, assim como as obrigações técnicas para demonstrar o cumprimento com o estabelecido.</p>
Uso comercial do CO <sub>2</sub> armazenado	<p>A proposta, assim com a da União européia, não aborda uma utilização comercial do CO<sub>2</sub> armazenado pós-injeção ou período de encerramento.</p>
Responsabilidades pré- e pós-armazenamento, relativas a implicações financeiras, de segurança, de saúde e do ambiente	<p>A proposta é clara quanto as questões deste item, inclusive busca ter um referência de valor com o já existente no Programa UIC. Assim como nas garantias financeiras que cada operador deve apresentar antes do início das atividades. Tais garantias não se estende à responsabilidade financeira para atividades não relacionadas à proteção das fontes subterrâneas de água potável (por exemplo, a cobertura de riscos para o ar, os ecossistemas, a saúde pública ou alheios a ameaça das fontes subterrâneas de água potável). Também não abrange transferência de proprietário ou operador da responsabilidade financeira a outras entidades, ou a criação de um terceiro mecanismo financeiro que a EPA é o agente fiduciário.</p> <p>A existência de um arcabouço legal para a injeção de substâncias no subsolo ajudou bastante o desenvolvimento da proposta. Já existe uma lei que prevê ampla autoridade federal quanto a emissões de substâncias perigosas que podem pôr em perigo a saúde humana ou ao meio ambiente. Atualmente existem quatro leis ambientais para designar mais de 800 substâncias perigosas.</p> <p>As responsabilidades pós-armazenamento também são apresentadas, contudo, em virtude do tempo de armazenamento do CO<sub>2</sub>, ela difere da já estabelecida para as demais Classes do Programa UIC que utilizam um período de cerca de 30 anos. A proposta da EPA para o CGS seria um período de 50 anos, quando os operadores deveriam apresentar Relatórios periódicos e, após este prazo, poderia solicitar a licença de encerramento.</p>

Quadro 6.3 - Apresentação dos pontos críticos levantados na proposta de regulação do CGS dos Estados Unidos

Em virtude da existência de um sistema regulatório nos Estados Unidos para a injeção de outras substâncias no subsolo do país, a estruturação de uma proposta para o CGS foi desenvolvida, tendo como base o arcabouço existente. Porém, devido a este aproveitamento, a proposta de regulação do CGS neste país tem sua atenção voltada para a proteção de fontes subterrâneas de água potável.

#### 6.4 PROPOSTA DE REGULAÇÃO DA AUSTRÁLIA

A proposta australiana para a estruturação do sistema regulatório do CGS é diferente das duas propostas anteriores. O Governo Federal da Austrália estabeleceu e publicou em 25 de novembro de 2005, por intermédio do Conselho Ministerial de Petróleo e Recursos Minerais - MCMPR “Os Princípios Orientadores do Dióxido de Carbono para a Captura e Armazenamento Geológico”.

A publicação do MCMPR tem o objetivo de apresentar os “Princípios Orientadores” para que seja alcançado um padrão mínimo nacional das atividades de CGS em cada Estado da Federação australiana. Ele aborda seis questões-chaves fundamentais de um sistema regulatório, são elas: processos de avaliação e aprovações; acesso e direitos de propriedade; transporte; acompanhamento e verificação; responsabilidades operacionais e de pós-encerramento; e as questões financeiras.

Para dar suporte às atividades de CGS *off-shore*, o Governo Federal da Austrália desenvolveu emendas à legislação petrolífera existente (Commonwealth Offshore Petroleum Act 2006 - OPA) tendo como objetivo fornecer acesso e direitos de propriedade do CGS em águas australianas, no intuito de garantir que as atividades sejam desenvolvidas em coerência com os princípios orientadores para regulamentar o CGS.

Segundo o Governo australiano, a legislação petrolífera foi identificada como o veículo mais adequado para implementar um regime de CGS, devido à coexistência das indústrias petrolífera e de CGS, a necessidade de se estabelecer determinados direitos entre ambos os setores, e as semelhanças nas tecnologias utilizadas por ambas as indústrias. O Projeto de Lei já passou pela Câmara e foi introduzido no Senado em 24 de setembro de 2008 e está atualmente sendo debatido.

No documento guia do Governo Federal da Austrália, faz-se importante observar que sua assessoria jurídica, indica que uma alteração nas disposições regulamentares, para proporcionar maior segurança jurídica e coerência, não é exigida. Contudo, os vários ordenamentos jurídicos dos Estados podem considerar que a forma mais eficiente de gerir o CGS é através do desenvolvimento de uma nova regulamentação.

Alguns Estados da Federação Australiana já estabelecem algumas questões regulatórias do CGS em suas legislações, é o caso das leis: The South Australian Petroleum Act 2000 do Estado da Australian South e da Queensland Petroleum and Gas (Production and Safety) Act 2004 do Estado da Queensland, que tratam o transporte e armazenamento de substâncias em reservatórios naturais, incluindo o CO<sub>2</sub>. Entretanto, o Estado que mais avançou na elaboração de uma regulação específica para o CGS foi o de Victória, onde a proposta da regulação do CGS tem o seguinte calendário previsto para 2008:

- a) documento de reflexão - 14 janeiro 2008;
- b) consulta realizada aos fóruns - fevereiro de 2008;
- c) respostas ao documento de reflexão - 29 de fevereiro de 2008;
- d) outras consultas com as partes interessadas como exigido - abril 2008;
- e) documento legal para a regulação do CGS do Estado de Victória, com a posição política finalizada no início de 2008; e
- f) sujeito à aprovação - 2008. No final de 2008 foi submetido e aprovado pelo Congresso o Projeto de Lei para a regulação do CCS.

A análise feita neste capítulo se restringirá a analisar o documento guia do Governo Federal da Austrália que visa a padronização das atividades do CGS. Para tanto, as questões são apresentadas no Quadro 6.4.

<b>Proposta do Governo Federal australiano para a regulação do CGS – Documento Guia</b>	
Direitos e responsabilidades referentes à propriedade	<p>Destaca a importância do sistema regulatório não deixar nenhuma possibilidade de lacunas quanto a esta questão, principalmente referente ao direito a propriedade armazenada e dos locais onde o CO<sub>2</sub> estará armazenado.</p> <p>Em relação ao acesso de terceiros, as disposições existentes podem fornecer um caminho para a opção a ser aplicada. No entanto, não existem precedentes em relação ao CGS.</p> <p>Regulação governamental adicional é a melhor opção para preencher a lacuna existente, pois seria transparente, proporcionaria segurança e especificamente definiria direitos de propriedade em relação ao CGS. Os princípios básicos subjacentes de tal regulamentação seria o mesmo que os aplicáveis a atividades como a exploração mineral e operações petrolífera.</p> <p>Acesso e os direitos de propriedade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Direitos de superfície e ao subsolo referente ao CGS deverá proporcionar segurança aos titulares quanto aos seus direitos e obrigações.</li> <li>- Esses direitos devem ser estabelecidos com base em disposições legislativas e regulamentares, costumes e práticas e acomodar a evolução provável de multi-usuário do CGS, infra-estruturas e instalações.</li> <li>- Ao concederem o direito a injetar o CO<sub>2</sub>, os governos devem dar a devida atenção ao ordenamento territorial, pois questões que podem surgir como consequência.</li> </ul>
Direito de exploração (Direito de acesso)	<p>Na proposta do Governo Federal australiano as abordagens deste item e a do item anterior estão muito próximas. Além disso, alguns pontos referentes à avaliação e aprovação são importantes, destacam-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação e aprovações de processos devem ser coerentes com os protocolos nacionais e das orientações acordadas.</li> <li>- A atual legislação e os regulamentos relativos ao CGS deverão ser identificados e modificados e aumentados se necessário.</li> </ul>
Uso comercial do CO <sub>2</sub> armazenado	<p>Esta questão é abordada no item referente ao direito à propriedade já comentada anteriormente.</p>
Responsabilidades pré- e pós-armazenamento, relativas a implicações financeiras, de segurança, de saúde e do ambiente	<p>Responsabilidade de operação e de pós-encerramento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Princípios regulamentares correntes e a lei comum deverão continuar a aplicar-se às questões de responsabilidade em todas as fases dos projetos de CGS.</li> <li>- Os Governos deverão finalizar o pós-encerramento do armazenamento do CGS e devem procurar reduzir ao mínimo a exposição à saúde, e ao ambiente e riscos financeiros para operadores de projetos, os próprios governos e as gerações futuras.</li> </ul> <p>Recomendação quanto às questões financeiras.</p> <p>No que diz respeito aos impostos e seguros, não é considerado motivo para afastar o <i>status quo</i>.</p> <p>Em relação aos pós-encerramento do passivo financeiro, recomenda-se que antes do projeto aprovado, governo e indústria abordem a questão dos potenciais passivos financeiros pós-encerramento, tendo em conta o estabelecido nos sistemas fiscais que se relacionem. Para garantir a coerência e transparência, pode haver uma necessidade de regulamentação adicional ou alterações aos requisitos legais em vigor em certas jurisdições.</p> <p>Para todas as fases de um projeto de CGS devem ser usadas, de preferência, à introdução de novas regulamentações.</p> <p>Os rendimentos provenientes do capital e custos operacionais associados a um projeto de CGS devem ser tratados da mesma forma que qualquer outro empreendimento quanto aos efeitos fiscais.</p> <p>O regulamento deve reconhecer o potencial de pós-encerramento do passivo para o CGS e considerar as atividades dos instrumentos financeiros adequados para auxiliar na gestão de tais riscos.</p>

Quadro 6.4 - Apresentação dos pontos críticos levantados no documento do Governo Federal Australiano para proposta de regulação do CGS

Muito destes itens abordados pelo documento guia do Governo Federal da Austrália são observados nas emendas das leis do setor petrolífero e, também, na proposta de regulação do CGS do Estado de Victória.

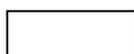
#### 6.5 QUADRO COMPARATIVO DAS PROPOSTAS INTERNACIONAIS DE REGULAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS COM RELAÇÃO AOS PRINCIPAIS ASPECTOS IDENTIFICADOS

Com o intuito de verificar a presença dos aspectos críticos selecionados no Capítulo 5 desta dissertação, aspectos estes que foram selecionados basicamente dos aspectos apontados pela IEA e pela Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas.

O Quadro 6.5 foi o instrumento utilizado para a verificação dos aspectos nas propostas internacionais de regulação do CGS. Neste quadro, existe uma coluna na qual estão apresentados os aspectos levantados no Capítulo 5 e outras colunas nas quais estão identificados os países e o bloco econômico.

Aspectos	Propostas de regulações do CGS verificadas		
	União Européia	Estados Unidos	Austrália
Proibições/restrições			
Direito à Propriedade			
Direito de Acesso (exploração, retenção, injeção e armazenamento)			
Seleção dos Locais			
Licenças de Projeto/Exploração, Armazenamento e outras.			
Especificações do CO <sub>2</sub>			
Classificação do CO <sub>2</sub>			
Obrigações do Operador quanto a Operação, ao Monitoramento e ao Encerramento			
Transferência de Responsabilidade			
Monitoramento e Inspeções das Autoridades Competentes			
Situações de Irregularidades e/ou Fugas			
Garantias e Questões Financeiras			
Cooperação Transfronteiras (Transnacionais)			
Sanções			
Direito ao Uso do CO <sub>2</sub> Armazenado			
Propriedade Intelectual			
Correlação com a Indústria do Petróleo			
Autoridade Competente Indicada			
Impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Humana			

Legenda:



Não evidenciada a abordagem ao Aspecto na proposta de regulação



Evidenciada a abordagem ao Aspecto na proposta de regulação

Quadro 6.5 – Verificação da presença dos aspectos críticos nas propostas internacionais de regulação do CGS

A não abordagem de alguns aspectos merece análises específicas. Os aspectos relacionados ao direito como o direito à propriedade, o direito de acesso e o direito ao uso do CO<sub>2</sub> armazenado, que não foram abordados pelas propostas da União Europeia e pela proposta dos Estados Unidos, acredita-se que ocorra em virtude do contexto existente. Isso se dá devido à independência dos Estados da Federação Americana, assim como, dos países da Comunidade Europeia, quanto à forma distinta como cada um trata tais direitos.

Outro aspecto não abordado nas propostas dos Estados Unidos e da Comunidade Europeia é a correlação com a indústria do petróleo. Este fato se dá em virtude de a proposta dos Estados Unidos estar focada na preservação dos aquíferos subterrâneos de água potável. E, em relação à proposta da União Europeia, acredita-se que a diversidade das regulações dos países do bloco econômico foi um fator crítico para a não abordagem deste aspecto.

A propriedade intelectual é um aspecto que não é abordado tanto na proposta da União Europeia quanto na da Austrália, contudo, ela está presente na proposta dos Estados Unidos, principalmente no que diz respeito à disseminação de métodos e padrões a serem estabelecidos. Muitos destes instrumentos foram criados em oficinas (*workshops*) com a autoridade competente, instituições não-governamentais e a iniciativa privada.

Com relação às questões transfronteiras (transnacionais), elas não foram abordadas nas propostas dos Estados Unidos e da Austrália. Isso se dá pelo fato de a Austrália não ter outros países que façam fronteira terrestre, e para os Estados Unidos pela relação já consolidada entre os países vizinhos. Já que os únicos países que fazem fronteira com ele é o Canadá e o México, pode-se verificar que a atividade de injeção de substâncias no subsolo existe em ambos, inclusive com a presença de projetos de CGS, próximos às fronteiras entre os países, conforme apresentou a Figura 4.3.

Verifica-se que nenhuma das propostas de regulação elaboradas abordam todos os aspectos considerados críticos para esta dissertação. Entretanto, deve-se ressaltar que as propostas verificadas foram elaboradas pelos governos federais dos países (Estados Unidos e Austrália) e pelo Conselho da União Europeia. Em todas as propostas, existe a orientação para o desenvolvimento de regulações complementares pelos Estados das Federações ou pelos Países que compõe a

Comunidade Européia. Tal situação é importante, pois os aspectos não contemplados nas propostas analisadas poderão ser contemplados nas regulações subseqüentes, que terão autonomia quanto aos aspectos não abordados. Sendo assim, a autoridade da esfera governamental inferior decidirá se algum aspecto não contemplado na regulação da esfera superior precisa ser regulado. Quanto aos demais deverão ser seguidos conforme o previamente estabelecido.

## **7 AUTORIDADE COMPETENTE INDICADA PARA O ARMAZENAMENTO DO CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS NO BRASIL**

Este capítulo tem como propósito discutir a necessidade da definição e identificação das autoridades competentes e das autoridades competentes indicadas para as questões referentes ao CGS no Brasil.

Inicialmente, é importante destacar a diferença estabelecida nesta dissertação entre autoridade competente e autoridade competente indicada. A autoridade competente é toda autoridade que tem algum tipo de interferência em fases de um projeto de CGS, seja pela necessidade de emissão de licenças ou qualquer outro tipo de instrumento governamental e/ou fiscalizações. Já a autoridade competente indicada é aquela nomeada para conduzir um projeto, desde a etapa inicial de concepção, passando pela execução, monitoramento e transferência de responsabilidade do projeto do concessionário para tal autoridade. As competências da autoridade competente indicada deverão ser estabelecidas em uma lei específica e as questões infra-legais deverão ter regulações desenvolvidas pela autoridade competente indicada.

As ações da autoridade competente indicada em um projeto de CGS deverão ter caráter decisório de cunho técnico (inclusive para a detenção de conhecimento), financeiro e fiscal. Além da responsabilidade de condução do projeto de CGS, após a transferência da responsabilidade pelo concessionário. Conseqüentemente, a autoridade competente indicada conduzirá todas as ações de manutenção e monitoramento do projeto para garantir a sua confiabilidade. A articulação com as demais autoridades competente é um dos pontos críticos para as atividades da autoridade competente indicada.

Outra questão que deve ser levada em consideração em todo o processo decisório, quanto à definição da autoridade competente indicada, é a independência da autoridade. É fato que as atividades da autoridade competente indicada envolverão tanto o poder governamental quanto a iniciativa privada, instituições não-governamentais e a própria sociedade e, para que a condução de um projeto de CGS seja realizada sem qualquer interferência, a independência é um ponto que merece destaque.

Em contraponto a esta independência, é importante frisar que todas as políticas e diretrizes referentes ao meio ambiente, como as reduções de emissões, têm uma estância maior no Brasil, que trata destes assuntos, são os Conselhos. Estes conselhos podem ser da esfera Federal, Estadual ou até mesmo Municipal, a exemplo do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que é formado por mais de uma autoridade competente e outras instituições, contudo, sob a condução de uma autoridade competente. E, a estes Conselhos, cabem as definições das políticas e diretrizes a serem seguidas pelo país para os temas pelos quais eles são responsáveis.

Como exemplo a ser analisado quanto à necessidade do estabelecimento de autoridades competentes indicadas são as propostas de regulações do CGS dos países apresentados no capítulo anterior. Em todas as propostas de regulação analisadas, existe(m) a(s) indicação(ões) da(s) autoridade(s). Como as estruturas organizacionais de cada um dos três casos analisados são distintas, cada proposta tem um direcionamento quanto a esta questão. No caso da União Européia, a proposta remete a necessidade de uma autoridade competente indicada para cada país do bloco econômico. Já na Austrália, a condução dos projetos de CGS *off-shore* é feita por uma autoridade competente federal e para as atividades *on-shore* cada Estado tem a liberdade de estruturar o seu sistema regulatório, indicando a autoridade que seja mais adequada. Nos Estados Unidos, existe a autoridade competente indicada federal que é a Agência de Proteção ao Meio Ambiente (Environmental Protection Agency – EPA) que elaborou e apresentou a proposta de regulação para o Congresso e cada Estado também terá uma autoridade competente indicada, sendo claras as atribuições e limitações de cada uma destas autoridades.

É certo que, para a definição destas formas de estruturas apresentadas pelas propostas internacionais, foi levado em consideração todo o arcabouço legal existente em cada país. Um dos pontos mais importantes é a questão do direito à propriedade, quanto ao que está presente no subsolo (ou espaço poroso) e, conforme apresentado anteriormente, cada país tem uma forma de tratar esta questão. Antes de qualquer análise e sugestão quanto à autoridade competente indicada no Brasil, deve-se levar em consideração o arcabouço legal existente.

Segundo a Constituição, os direitos sobre os recursos minerais pertencem à União, além de a mesma legislar sobre os mesmos, conforme o trecho transcrito a seguir:

- Artigo 20:

São bens da União: [...]

IX - os recursos minerais<sup>2</sup>, inclusive os do subsolo;

X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos. (BRASIL, 2007, p. 9).

- Artigo 22:

Compete privativamente à União legislar sobre: [...]

XII - jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia. (BRASIL, 2007, p. 10).

A relação entre a definição da autoridade competente indicada e a estrutura regulatória existente no Brasil é fundamental para que não existam sobreposições de competências. Uma situação que deve ser levada em consideração em um projeto de CGS e a definição da(s) autoridade(s) competente(s) é o que acontece entre a União e os Estados na cadeia econômica do gás natural, já que a exploração/produção/transporte são regulados pela União e a distribuição pelos Estados, conforme definido na Constituição, como se lê no trecho abaixo:

- Artigo 25:

Os Estados organizam-se e regem-se pelas Constituições e leis que adotarem, observados os princípios desta Constituição.

§ 2º Cabe aos Estados explorar diretamente, ou mediante concessão, os serviços locais de gás canalizado, na forma da lei, vedada a edição de medida provisória para a sua regulamentação. (BRASIL, 2007, p. 10).

Sendo assim, qualquer análise quanto à designação de uma autoridade competente no Brasil para o CGS deverá ter como premissa estas diretrizes constitucionais.

---

<sup>2</sup> Conforme o Decreto Federal Nº 62.934, de 2 de Julho de 1968 . Código de Mineração que dispõe, dentre outros, sobre os direitos relativos às massas individualizadas de substâncias minerais ou fósseis, encontradas na superfície ou no interior da terra, formando os recursos minerais do país. Sendo assim, recursos minerais são considerados massas individualizadas de substâncias minerais ou fósseis.

## 7.1 IDENTIFICAÇÃO DAS AUTORIDADES COMPETENTES NO BRASIL QUE TÊM RELAÇÃO DIRETA OU INDIRETA COM O CGS

Para ser feita a identificação das autoridades competentes existentes no Brasil, é necessário identificar as áreas que têm relação com o CGS. Ressalta-se que não são abordadas áreas essenciais a qualquer negócio como a contábil ou previdenciária. Sendo assim, destacam-se as seguintes: a dos recursos minerais (incluindo óleo e gás), a do meio ambiente, a da regulação e a dos recursos hídricos.

É certo que, em virtude do estabelecido na Constituição, acredita-se que a União seja a estância governamental a qual deverá estar vinculada a autoridade competente indicada responsável pelo CGS no Brasil. Haja vista que o CO<sub>2</sub> injetado será armazenado no subsolo, se caracterizando como um bem da União.

A possibilidade de criação de uma autoridade competente indicada, específica para a condução dos assuntos referentes ao CGS, não foi objeto de estudo nesta dissertação. Todos os levantamentos e análises realizados foram feitos a partir das autoridades competentes existentes.

Inicialmente, é necessário identificar, nas esferas Federal e Estadual, as autoridades competentes existentes como os conselhos, órgãos, instituições e autarquias, tendo como referência as áreas abordadas. Atualmente, existem diversas autoridades Federais que teriam relação com o CGS, por exemplo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, o Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte – CONIT, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, o Ministério de Minas e Energia - MME, o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA, o Ministério de Transporte - MT, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP; o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM; a Agência Nacional de Águas – ANA; a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, a Agência Nacional de Transporte Aquaviário - ANTAQ e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

A esfera Federal conta também com a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, presidida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia. A Comissão tem uma importância significativa junto às questões relacionadas às mudanças climáticas

no país o que acarreta na existência de uma relação com a utilização e difusão do CGS. Entretanto, suas atribuições têm caráter muito específico quanto às questões relativas à CQNUMC e os projetos de MDL's para a obtenção de créditos de carbono. Sendo assim, a análise feita nesta dissertação relativa às autoridades competentes e o CGS não contou com a inclusão da Comissão devido a sua especificidade de atuação.

Na esfera Estadual, tendo como exemplo o Estado da Bahia, existe o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH, o Conselho Estadual do Meio Ambiente - CEPRAM, a Secretaria de Infra Estrutura, a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, a Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transporte e Comunicações da Bahia – AGERBA e os órgãos específicos para o meio ambiente, como o Instituto do Meio Ambiente – IMA e o Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ. Além da Companhia de Gás da Bahia – BAHIAGÁS, que é responsável pela distribuição do gás natural no Estado e não será objeto de estudo nesta dissertação, pois a relação dela seria com o CCS e não com o CGS.

Para representar as autoridades competentes, tanto na esfera Federal quanto na Estadual, que podem ter alguma relação com o CGS no Brasil, foram elaboradas as Figuras 7.1 e 7.2. As figuras representam as autoridades competentes e o tipo de relação entre elas, seja de subordinação ou somente de vinculação.

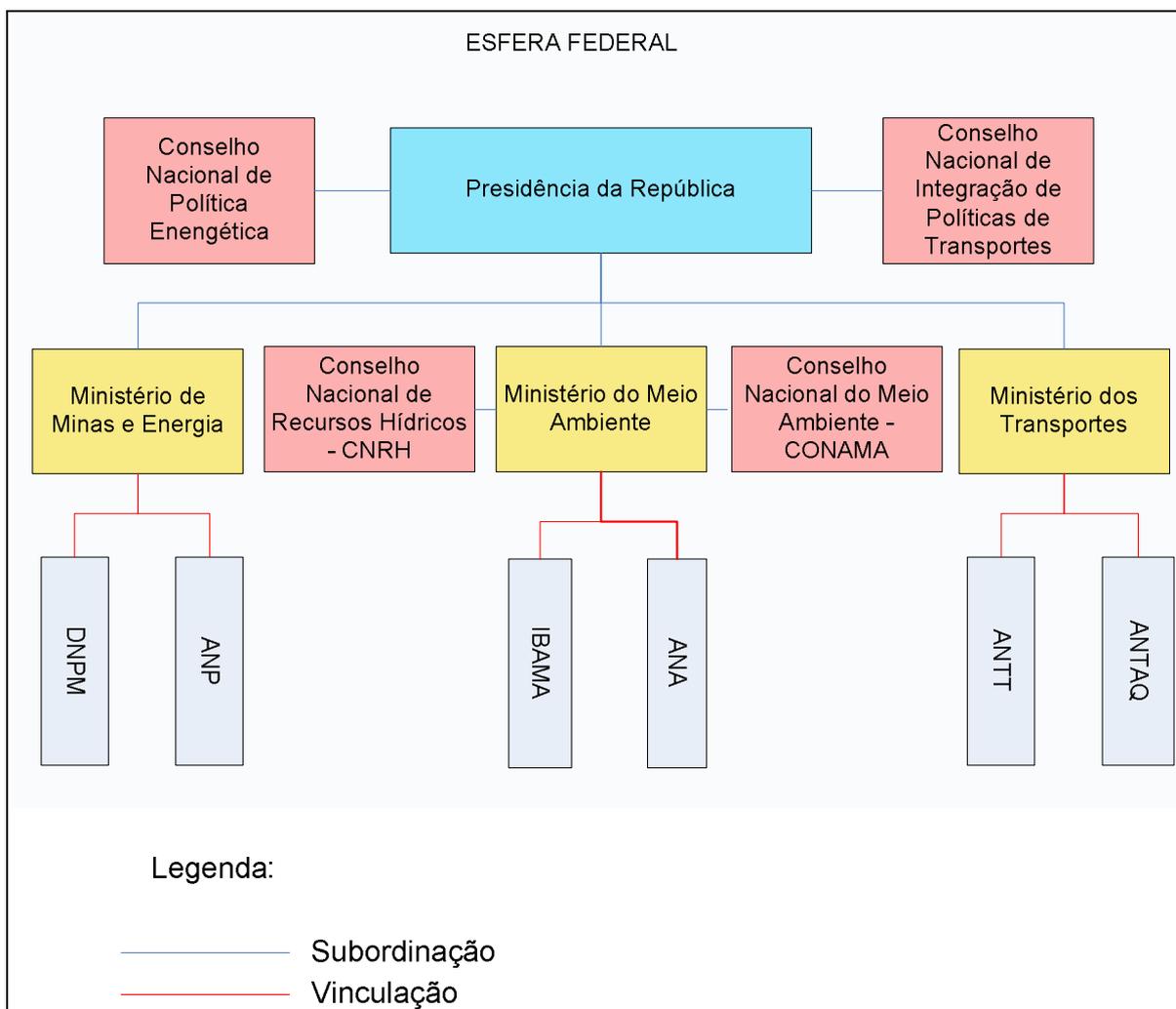


Figura 7.1 – Representação das Autoridades Competentes Federais Brasileiras que podem ter relação com o CGS

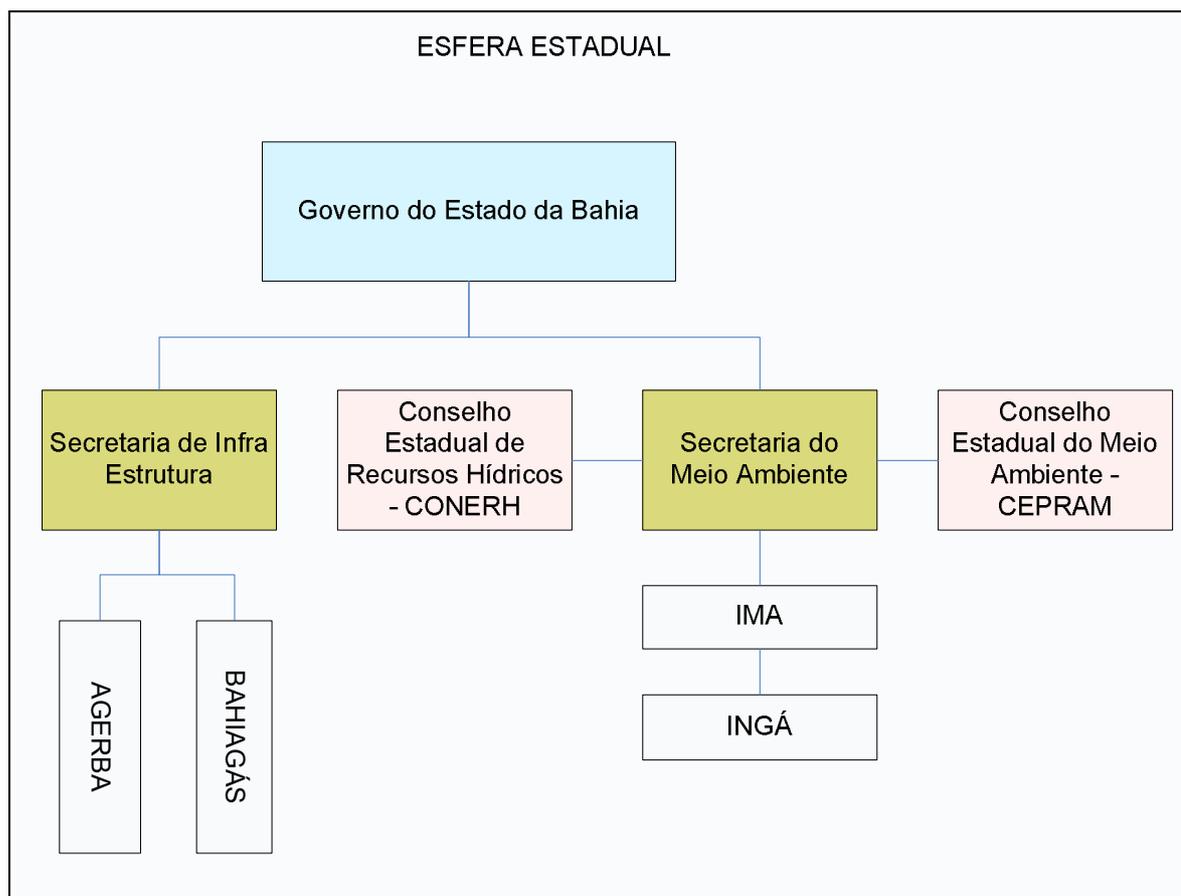


Figura 7.2 – Representação das Autoridades Competentes do Estado da Bahia que podem ter relação com o CGS (representando a esfera estadual)

Para que seja feita qualquer verificação ou análise das autoridades competentes existentes, faz-se importante, inicialmente, apresentar as responsabilidades e competências dos Conselhos, pois eles exercem um papel fundamental no estabelecimento de políticas e diretrizes no governo, tanto Federal quanto Estadual. O Quadro 7.1 descreve as responsabilidades e competências dos Conselhos identificados.

<b>Responsabilidades e Competências</b>	
<b>Conselhos Federais</b>	
<b>CNPE</b> Decreto Federal Nº 3.520, de 21 de Junho de 2000.	<p>Órgão de assessoramento do Presidente da República para a formulação de políticas e diretrizes de energia, destinadas a:</p> <p>I - promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País, em conformidade com o disposto na legislação aplicável;</p> <p>II - assegurar, em função das características regionais, o suprimento de insumos energéticos às áreas mais remotas ou de difícil acesso do País, submetendo as medidas específicas ao Congresso Nacional, quando implicarem criação de subsídios;</p> <p>III - rever periodicamente as matrizes energéticas aplicadas às diversas regiões do País, considerando as fontes convencionais e alternativas e as tecnologias disponíveis;</p> <p>IV - estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso do gás natural, do carvão, da energia termonuclear, dos biocombustíveis, da energia solar, da energia eólica e da energia proveniente de outras fontes alternativas;</p> <p>V - estabelecer diretrizes para a importação e exportação, de maneira a atender às necessidades de consumo interno de petróleo e seus derivados, gás natural e condensado, e assegurar o adequado funcionamento do Sistema Nacional de Estoques de Combustíveis e o cumprimento do Plano Anual de Estoques Estratégicos de Combustíveis.</p>
<b>CONIT</b> Decreto Federal Nº 6.550, de 27 de Agosto de 2008	<p>Órgão de assessoramento vinculado à Presidência da República, com atribuição de propor políticas nacionais de integração dos diferentes modos de transporte de pessoas e bens, em conformidade com:</p> <p>I - as políticas de desenvolvimento nacional, regional e urbano, de meio ambiente e de segurança das populações, formuladas pelas diversas esferas de governo;</p> <p>II - as diretrizes para a integração física e de objetivos dos sistemas viários e das operações de transporte sob jurisdição da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;</p> <p>III - a promoção da competitividade, para redução de custos, tarifas e fretes, e da descentralização, para melhoria da qualidade dos serviços prestados;</p> <p>IV - as políticas de apoio à expansão e ao desenvolvimento tecnológico da indústria de equipamentos e veículos de transporte; e</p> <p>V - a necessidade da coordenação de atividades pertinentes ao Sistema Federal de Viação e atribuídas pela legislação vigente à Casa Civil da Presidência da República e aos Ministérios dos Transportes, da Defesa, da Justiça, da Fazenda, do Planejamento, Orçamento e Gestão, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, das Cidades, do Meio Ambiente e à Secretaria Especial de Portos da Presidência da República.</p>
<b>CONAMA</b> Lei Federal Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981	<p>Órgão consultivo e deliberativo com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. Compete ao CONAMA:</p> <p>I - estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA;</p> <p>II - determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem assim a entidades privadas, as informações indispensáveis para apreciação dos estudos de impacto ambiental, e respectivos relatórios, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental, especialmente nas áreas consideradas patrimônio nacional.</p> <p>III - decidir, como última instância administrativa em grau de recurso, mediante depósito prévio, sobre as multas e outras penalidades impostas pelo IBAMA;</p> <p>IV - homologar acordos visando à transformação de penalidades pecuniárias na obrigação de executar medidas de interesse para a proteção ambiental;</p> <p>V - determinar, mediante representação do IBAMA, a perda ou restrição de benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público, em caráter geral ou condicional, e a perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;</p> <p>VI - estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes;</p> <p>VII - estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.</p>

<b>Responsabilidades e Competências</b>	
<b>Conselhos Federais</b>	
<b>CNRH</b> Decreto Federal Nº 2.612, de 3 de Junho de 1998	<p>Órgão consultivo e deliberativo, integrante da estrutura regimental do MMA, tem por competência:</p> <p>I - promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional regionais, estaduais e dos setores usuários;</p> <p>II - arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;</p> <p>III - deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos, cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;</p> <p>IV - deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;</p> <p>V - analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;</p> <p>VI - estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;</p> <p>VII - aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;</p> <p>VIII - deliberar sobre os recursos administrativos que lhe forem interpostos;</p> <p>IX - aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos;</p> <p>X - acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;</p> <p>XI - estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso;</p> <p>XII - aprovar o enquadramento dos corpos de água em classes, em consonância com as diretrizes do CONAMA e de acordo com a classificação estabelecida na legislação ambiental.</p>
<b>Responsabilidades e Competências</b>	
<b>Conselhos Estaduais</b>	
<b>CONERH</b> Lei Estadual Nº 8.194 de 21 de Janeiro de 2002	<p>Órgão deliberativo, normativo e de representação da Política Estadual de Recursos Hídricos. Compete ao CONERH:</p> <p>I - formular a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelecendo diretrizes, normas e medidas necessárias à manutenção da quantidade e qualidade da água;</p> <p>II - aprovar o Plano Estadual de Recursos Hídricos e suas alterações;</p> <p>III - aprovar os critérios para aplicação de recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos da Bahia - FERHBA em estudos, projetos, obras e equipamentos de comprovada viabilidade técnica, econômica, financeira e ambiental, para proteger e tornar recursos hídricos disponíveis e aproveitáveis, incluídos os casos de aplicações total ou parcialmente subvencionadas;</p> <p>IV - aprovar o plano anual de aplicação dos recursos do FERHBA;</p> <p>V - aprovar critérios para cobrança pela utilização dos recursos hídricos estaduais, inclusive pelo lançamento de efluentes;</p> <p>VI - aprovar o enquadramento dos corpos de água do domínio estadual, com base nos usos preponderantes;</p> <p>VII - decidir, em última instância administrativa, os conflitos sobre usos das águas e os recursos interpostos, quanto à aplicação de multas e sanções, conforme dispuser o regulamento;</p> <p>VIII - apreciar os relatórios de acompanhamento e avaliação da execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos;</p> <p>IX - representar o Estado junto ao CNRH;</p> <p>X - promover a articulação entre os órgãos e entidades estaduais, com vistas à harmonização das políticas e compatibilização de projetos e programas relacionados aos recursos hídricos;</p> <p>XI - acompanhar o funcionamento do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;</p> <p>XII - aprovar medidas estabelecidas para a proteção dos corpos de água superficiais e subterrâneos;</p> <p>XIII - estabelecer regime especial, temporário ou definitivo, para a exploração de determinado corpo de água;</p> <p>XIV - apreciar e aprovar a prestação anual de contas das aplicações financeiras do FERHBA;</p> <p>XV - aprovar o seu regimento interno e suas alterações.</p>

<b>Responsabilidades e Competências</b>	
<b>Conselhos Estaduais</b>	
<p>CEPRAM Decreto Estadual Nº 11.235 de 10 de Outubro de 2008</p>	<p>Faz parte do Sistema Estadual do Meio Ambiente, órgão superior, de natureza consultiva, normativa, deliberativa e recursal. Compete ao CEPRAM:</p> <p>I - acompanhar e avaliar a execução da Política Estadual de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade e estabelecer diretrizes complementares, normas e medidas necessárias para a sua atualização e implementação;</p> <p>II - pronunciar-se sobre o Zoneamento Territorial Ambiental do Estado, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o enquadramento dos cursos d'água, o Plano Estadual de Meio Ambiente, acompanhando e avaliando a execução de tais instrumentos;</p> <p>III - manifestar-se sobre os planos, programas, políticas e projetos dos órgãos e entidades estaduais que possam interferir na preservação, conservação e melhoria do meio ambiente;</p> <p>IV - estabelecer diretrizes, normas, critérios e padrões relativos ao uso, controle e manutenção da qualidade do meio ambiente;</p> <p>V - estabelecer normas e diretrizes para o licenciamento ambiental;</p> <p>VI - aprovar os termos de referência para a realização do estudo prévio de impacto ambiental;</p> <p>VII - estabelecer normas relativas aos espaços territoriais especialmente protegidos instituídos pelo Estado, bem como, aprovar os Planos de Manejo de Unidades de Conservação, ouvidos os respectivos conselhos gestores;</p> <p>VIII - expedir licença de localização para empreendimentos e atividades de grande e excepcional porte, e daqueles potencialmente causadores de significativa degradação ambiental, podendo delegar estes licenciamentos ao IMA;</p> <p>IX - expedir as licenças de implantação ou operação, quando se tratar da primeira licença requerida pelo empreendedor, de empreendimentos e atividades de grande e excepcional porte, podendo delegar tais licenças ao IMA;</p> <p>X - avocar, mediante ato devidamente motivado em procedimento próprio, e aprovado por maioria simples, processos de licenças que sejam da alçada do IMA, para apreciação e deliberação;</p> <p>XI - manifestar-se nos processos de licenciamento e de autorização ambiental encaminhados pelo IMA;</p> <p>XII - determinar a relocação de atividades e/ou empreendimentos considerados efetiva ou potencialmente degradadores, quando localizados em desconformidade com os critérios estabelecidos em lei;</p> <p>XIII - exercer o poder de polícia preventivo e repressivo inerente à defesa, conservação, preservação e melhoria do meio ambiente;</p> <p>XIV - impor as penalidades de interdição e embargo definitivo, de demolição e de destruição ou inutilização de produtos, suspensão de venda e fabricação do produto, e suspensão total de atividades;</p> <p>XV - recomendar a perda ou restrição de incentivos e de benefícios fiscais, concedidos pelo Poder Público, em caráter geral ou condicional, e a perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos públicos de crédito;</p> <p>XVI - decidir, em grau de recurso, como última instância administrativa, sobre o licenciamento ambiental e as penalidades administrativas impostas pelo IMA, bem como sobre as decisões da Comissão do Cadastro de Entidades Ambientalistas – CEEA;</p> <p>XVII - criar e extinguir câmaras técnicas e setoriais podendo atribuir-lhes algumas das suas competências deliberativas;</p> <p>XVIII – avaliar e aprovar projetos a serem financiados com recursos do Fundo Estadual de Recursos para o Meio Ambiente (FERFA);</p> <p>XIX - elaborar e aprovar seu Regimento Interno e respectivas alterações.</p>

Quadro 7.1 – Descrição das Responsabilidades e Competências dos Conselhos Federais e Estaduais

Para que se tenha uma melhor visualização da composição dos Conselhos e as relações entre as autoridades competentes, foi elaborado o Quadro 7.2.

Conselhos	Presidência da República	MME	MMA	MT	ANP	DNPM	ANA	ANTT	ANTAQ	IBAMA	Representação do Governo Estadual	Secretaria do Meio Ambiente	Secretaria de Infra Estrutura	AGERBA	IMA	INGÁ
CNPE	Red	Blue	Yellow								Yellow					
CONIT	Red		Yellow	Blue												
CONAMA	Yellow		Blue				Yellow			Yellow	Yellow					
CNRH	Yellow	Yellow	Blue	Yellow							Yellow					
CONERH											Yellow	Blue				
CEPRAM											Yellow	Blue	Yellow			

Legenda:

	Não tem nenhuma participação ou vínculo direto.
	Participa do Conselho ou tem algum vínculo com ele.
	Presidência do Conselho.
	Vínculo estreito com o Conselho ou assessoria direta.

Quadro 7.2 – Representação da relação entre os conselhos e demais autoridades competentes

Pode-se verificar a participação do Ministério Meio Ambiente em todos os conselhos Federais, seja com a responsabilidade de presidi-los ou como participante. Os outros dois Conselhos de âmbito Estadual também têm relação direta com o Ministério do Meio Ambiente. Isso se dá em função de o CONERH ser o representante do Estado da Bahia no CNRH e, por outro lado, o Governo da Bahia participar do CONAMA e ter que cumprir as decisões estabelecidas neste Conselho e o CEPRAM poder estabelecer diretrizes complementares às do CONAMA.

Depois de demonstradas todas as relações entre os Conselhos e demais autoridades competentes, pode-se concluir o seguinte:

- o Ministério que está mais inserido nos Conselhos é o do Meio Ambiente;
- em função da relação com o tema, haja vista a experiência com o estabelecimento do PRONAR, citado no Capítulo 3 deste trabalho, o CONAMA é o Conselho com maior propriedade para estabelecer políticas e

diretrizes de controle de emissões de CO<sub>2</sub>, o que está diretamente relacionado com a implantação e difusão de projetos brasileiros de CGS. Se para o CONAMA o controle de emissões de CO<sub>2</sub> ainda não for um ponto estratégico, caberá aos Conselhos Estaduais do Meio Ambiente, como o CEPRAM na Bahia, estabelecer as políticas e diretrizes quanto a esta questão;

- c) em virtude de o CGS ser um tema que contempla diversas áreas, possivelmente as questões relacionadas a ele extrapolarão as fronteiras de um único Conselho, dando espaço, possivelmente, para reuniões específicas para o tema, com representantes dos Conselhos já citados e sendo presidido por uma autoridade indicada pela Presidência da República.

É importante destacar que, atualmente, as questões relativas às mudanças climáticas são conduzidas por Ministérios diversos (Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, dentre outros), a exemplo da condução dos projetos para a obtenção de RCE's que é de responsabilidade do Ministério de Ciência e Tecnologia.

Toda a análise realizada anteriormente se restringiu à esfera que pode ser chamada de decisória, na qual deverão ser estabelecidas as políticas e diretrizes da tecnologia do CGS na atual estrutura organizacional do Brasil. Na continuidade da análise das autoridades competentes indicadas para o CGS, serão discutidas as questões e sugestões referentes às autoridades competentes que deverão estar à frente das ações relativas ao CGS.

Especificamente, quanto à atuação das Agências Reguladoras Estaduais, pode-se identificar uma correlação entre elas e o CGS. Essa correlação se dá em função da atual estrutura regulatória brasileira para o gás natural. Esta estrutura tem o início da sua regulação na produção, importação e transporte pela ANP e, posteriormente, na fase de distribuição pelas agências reguladoras estaduais, a exemplo da AGERBA no Estado da Bahia, conforme apresentado na Figura 7.4. Em algumas situações futuras, um projeto de CGS poderá ser representado semelhantemente ao do gás natural invertendo o sentido do seu fluxo regulatório.

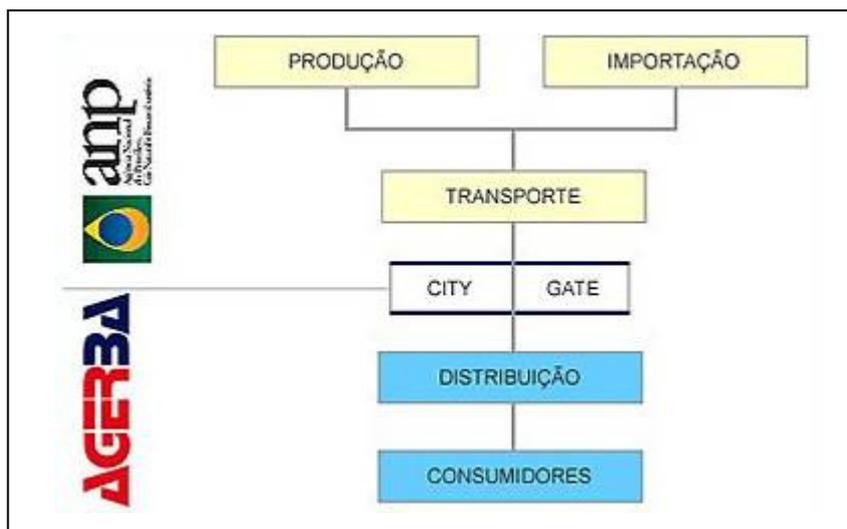


Figura 7.4 - Fluxo da regulação do Gás Natural.  
Fonte: AGERBA (2009).

Para se ter uma noção melhor das competências das instituições e a possível relação com o CGS, foi elaborado o Quadro 7.3. Neste quadro, é apresentada a autoridade competente com uma breve descrição das suas competências e qual a possível relação que ela poderia ter com o CGS. Devido às características de cada estrutura organizacional dos Estados no Brasil, foi tomada, como referência, a estrutura do Estado da Bahia.

Órgãos	Breve descrição das competências relacionadas com o CGS	Possível correlação com o CGS
<p><b>DNPM</b> Lei Federal N° 8.876, 1994</p>	<p>Promover a outorga, ou propô-la à autoridade competente, quando for o caso, dos títulos minerários relativos à exploração e ao aproveitamento dos recursos minerais, e expedir os demais atos referentes à execução da legislação minerária; Coordenar, sistematizar e integrar os dados geológicos dos depósitos minerais, promovendo a elaboração de textos, cartas e mapas geológicos para divulgação; Acompanhar, analisar e divulgar o desempenho da economia mineral brasileira e internacional, mantendo serviços de estatística da produção e do comércio de bens minerais; Formular e propor diretrizes para a orientação da política mineral; Fomentar a produção mineral e estimular o uso racional e eficiente dos recursos minerais; Fiscalizar a pesquisa, a lavra, o beneficiamento e a comercialização dos bens minerais, podendo realizar vistorias, autuar infratores e impor as sanções cabíveis, na conformidade do disposto na legislação minerária; Baixar normas, em caráter suplementar, e exercer fiscalização sobre o controle ambiental, a higiene e a segurança das atividades de mineração, atuando em articulação com os demais órgãos responsáveis pelo meio ambiente e pela higiene, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores; Implantar e gerenciar bancos de dados para subsidiar as ações de política mineral necessárias ao planejamento governamental; Baixar normas e exercer fiscalização sobre a arrecadação da compensação financeira pela exploração de recursos minerais.</p>	<p>Devido ao CO<sub>2</sub> não ser um hidrocarboneto, poderá ser considerado um recurso mineral ou sub produto industrial, sendo assim o DNPM, regularia: questões jurisdicionais; direitos à propriedade; licenciamento (exploração, operação e encerramento); direito de posse do CO<sub>2</sub> injetado, da planta e equipamentos; local do armazenamento; fiscalização; débitos e responsabilidades pós armazenamento; transferência de responsabilidades; questões financeiras e propriedade intelectual.</p> <p>Outro ponto a ser considerado é o conhecimento acumulado do subsolo do país.</p>
<p><b>ANP</b> Decreto Federal N° 2.455, 1998</p>	<p>Promover estudos visando à delimitação de blocos, para efeito de concessão das atividades de exploração, desenvolvimento e produção; Regular a execução de serviços de geologia e geofísica aplicados à prospecção petrolífera, visando ao levantamento de dados técnicos, destinados à comercialização em bases não exclusivas; Elaborar editais e promover as licitações para a concessão de exploração, desenvolvimento e produção, celebrando os contratos delas decorrentes e fiscalizando a sua execução; Fiscalizar diretamente, ou mediante convênios com órgãos dos Estados e do Distrito Federal, as atividades integrantes da indústria do petróleo, bem como aplicar sanções administrativas e pecuniárias previstas em lei, regulamento ou contrato; Instruir processo com vistas à declaração de utilidade pública, para fins de desapropriação e instituição de servidão administrativa, das áreas necessárias à exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural, construção de refinarias, de dutos e de terminais; Fazer cumprir as boas práticas de conservação e uso racional do petróleo, dos derivados e do gás natural e de preservação do meio ambiente; Estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias na exploração, produção, transporte, refino e processamento; Organizar e manter o acervo das informações e dados técnicos relativos às atividades da indústria do petróleo; Consolidar anualmente as informações sobre as reservas nacionais de petróleo e gás natural, transmitidas pelas empresas, responsabilizando-se por sua divulgação.</p>	<p>Em virtude de já regular o setor de petróleo e gás, tem conhecimento prévio e aproximação com o CGS devido ao uso da tecnologia EOR, a ANP, regularia: questões jurisdicionais; especificação do CO<sub>2</sub> armazenado; relação entre a regulação de óleo e gás existente; direitos à propriedade; licenciamento (exploração, operação e encerramento); direito de posse do CO<sub>2</sub> injetado, da planta e equipamentos; local do armazenamento; verificação e monitoramento; débitos e responsabilidades pós armazenamento; transferência de responsabilidades; questões financeiras e propriedade intelectual.</p> <p>Estudos sísmicos existentes necessários para a indústria do petróleo e possivelmente aproveitados nas etapas do CGS.</p>
<p><b>IBAMA</b> Lei Federal N° 7.735, 1989</p>	<p>Tem como principais atribuições <u>exercer o poder de polícia ambiental</u>; executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao <u>licenciamento ambiental</u>, ao <u>controle da qualidade ambiental</u>, à autorização de uso dos recursos naturais e à <u>fiscalização</u>, <u>monitoramento e controle ambiental</u>; e executar as ações supletivas de competência da União</p>	<p>Licenciamento Ambiental, fiscalização, monitoramento e controle ambiental das áreas.</p>

Órgãos	Breve descrição das competências relacionadas com o CGS	Possível correlação com o CGS
<p><b>ANA</b> Lei Federal Nº 9.984, 2000</p>	<p>Implantar os instrumentos de gestão, dentre eles, a <u>outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos</u>, a cobrança pelo uso da água e a <u>fiscalização desses usos</u>, e ainda, buscar soluções adequadas para dois graves problemas do país: as secas prolongadas e a poluição dos rios.</p>	<p>Preservação de fontes subterrâneas de águas potáveis: outorga, direito de uso e fiscalização.  Os aquíferos subterrâneos não potáveis devem ser uma das principais opções de CGS.</p>
<p><b>ANTT</b> Lei Federal Nº 10.233, 2001</p>	<p>Esfera de atuação: a exploração da infra-estrutura ferroviária e o arrendamento dos ativos operacionais correspondentes; o transporte rodoviário de cargas; o transporte multimodal e o transporte de cargas especiais e perigosas em rodovias e ferrovias. Cabe à ANTT, em sua esfera de atuação, como atribuições gerais: <u>habilitar o Operador do Transporte Multimodal</u>, em articulação com as demais agências reguladoras de transportes; <u>promover levantamentos e organizar cadastro relativos ao sistema de dutovias do Brasil</u> e às empresas proprietárias de equipamentos e instalações de transporte dutoviário.</p>	<p>A ANTT terá atuação direta no transporte do CO<sub>2</sub> por rodovias e ferrovias, além de também ter a competência sobre a organização de dutovias.</p>
<p><b>ANTAQ</b> Lei Federal Nº 10.233, 2001</p>	<p>Esfera de atuação: os terminais portuários privativos e o transporte aquaviário de cargas especiais e perigosas. Cabe à ANTAQ, em sua esfera de atuação: estabelecer padrões e normas técnicas relativos às operações de transporte aquaviário de cargas especiais e perigosas</p>	<p>A ANTAQ terá atuação direta no transporte do CO<sub>2</sub> por via aquática.</p>
<p><b>IMA</b> Lei Estadual Nº 11.050, 2008 Órgão ambiental Estadual</p>	<p>Autarquia que tem por finalidade executar a Política Estadual do Meio Ambiente e compete: <u>executar e acompanhar programas e ações</u> relacionados com a conservação do patrimônio natural, dos espaços territoriais protegidos e da biodiversidade; <u>expedir licenças ambientais</u>; conceder autorizações, aprovações e demais atos previstos na Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, relacionados ao licenciamento ambiental; conceder autorização de supressão de vegetação, averbação de reserva legal, aprovação de plano de resgate de fauna, monitoramento e fiscalização ambiental, ordenamento dos usos da flora e fauna; realizar, quando solicitado, <u>análises técnicas preliminares de impactos ambientais para o licenciamento de empreendimentos</u> e atividades que envolvam matéria de sua competência, conforme definido em regulamento; <u>promover e realizar pesquisas aplicadas na área de meio ambiente</u>; <u>exercer o poder de polícia</u> administrativa, preventiva ou repressiva, no que concerne ao controle, disciplina e fiscalização das atividades, efetiva ou potencialmente, causadoras de degradação ambiental e outras que se encontram sob sua responsabilidade; <u>emitir parecer técnico</u>, utilizando-se inclusive da análise prévia de projetos específicos e laudos técnicos, para a concessão das licenças por ele expedidas; <u>aplicar penalidades</u> administrativas de advertência, multa simples ou diária, apreensão, embargo e interdição temporários e suspensão parcial de atividades, na forma prevista em Lei e em regulamento; <u>promover a realização de estudos e pesquisas</u>, destinados à elaboração e execução de programas, projetos e ações integradas de preservação e conservação ambiental; <u>emitir certidões</u> relativas ao cumprimento das obrigações da legislação ambiental; <u>monitorar a qualidade ambiental</u>;</p>	<p>Licenciamento Ambiental, fiscalização, monitoramento e controle ambiental das áreas. Além de execução de projetos vinculados às questões ambientais.</p>

Órgãos	Breve descrição das competências relacionadas com o CGS	Possível correlação com o CGS
<p><b>INGÁ</b> Lei Estadual N° 11.050, 2008 Órgão ambiental Estadual</p>	<p>Autarquia que tem por finalidade gerir e executar a Política Estadual de Recursos Hídricos e de Prevenção, Mitigação e Adaptação dos Efeitos das Mudanças Climáticas e compete: <u>desenvolver e executar as políticas públicas</u> relativas à gestão das águas superficiais e subterrâneas de domínio do Estado da Bahia; <u>monitorar e fiscalizar os usos dos recursos hídricos</u>, elaborando relatório periódico sobre a situação dos recursos hídricos no Estado; outorgar o direito de uso de recursos hídricos do domínio do Estado, na forma da regulamentação; <u>efetuar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos</u>; acompanhar a implementação das metas progressivas e obrigatórias de enquadramento de corpo d'água em classes segundo seus usos preponderantes; promover a elaboração de estudos e projetos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água e de <u>controle da poluição hídrica</u>, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos; promover a realização de pesquisas aplicadas na área de recursos hídricos e de estudos destinados à elaboração e execução de programas, <u>projetos e ações integradas de preservação e conservação das águas</u>; aprovar e fiscalizar as condições e regras de operação de reservatórios, visando garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos; <u>exercer o poder de polícia</u> administrativa no cumprimento da legislação relativa à utilização dos recursos hídricos estaduais e <u>aplicar as respectivas sanções</u>; <u>pesquisar e monitorar o tempo e o clima, as mudanças climáticas e combate à desertificação</u>.</p>	<p>Órgão Estadual voltado para a gestão dos recursos hídricos tem relação com as seguintes ações de um projeto de CGS: Monitoramento e fiscalização dos recursos hídricos, controle da poluição hídrica, elaboração de projetos, pesquisa e monitoramento do tempo e clima e das mudanças climáticas.</p>
<p><b>AGERBA</b> Lei Estadual N° 7.314, 1998 Agência Reguladora Estadual</p>	<p>Autarquia que tem por finalidade regular, controlar e fiscalizar a qualidade dos serviços públicos concedidos, permissionados e autorizados, nos segmentos de energia, transportes e comunicações, competindo-lhe: atuar, mediante disposição legal ou pactuada, em especial nas áreas de energia elétrica, <u>gás natural, petróleo e seus derivados</u>, álcool combustível, rodovias, hidrovias, terminais aeroportuários, hidrovilários e rodoviários, transportes intermunicipais de passageiros e comunicações; promover e zelar pela eficiência econômica e técnica dos serviços públicos delegados submetidos à sua competência regulatória, propiciando condições de qualidade, regularidade, continuidade, segurança, atualidade, universalidade e modicidade das tarifas; elaborar propostas em relação ao estabelecimento, revisão, ajuste e aprovação de tarifas que permitam a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro dos contratos de concessões e termos de permissões de serviços públicos, observando a competência própria das Agências Nacionais; <u>promover a estabilidade nas relações entre o poder concedente, entidades reguladas e usuários</u>; fiscalizar os aspectos técnico, econômico, contábil, financeiro, operacional e jurídico dos contratos de concessões e termos de permissão de serviços públicos, aplicando, se for o caso, diretamente as sanções cabíveis, entre as quais, multas, suspensão temporária de participação em licitações, intervenção administrativa e extinção da concessão ou permissão, em conformidade com a regulamentação desta Lei e demais normas legais e pactuadas.</p>	<p>Regula as ações de distribuição do gás natural, faz a articulação entre o poder concedente, entidades reguladas e usuários, além de todas as atividades intrínsecas a regulação. A experiência com a regulação na distribuição do gás natural pode ser muito importante num projeto de CGS.</p>

Quadro 7.3 - Relação entre as Instituições do Governo Federal do Brasil e o CGS

Pode-se observar que, a depender da classificação que seja dada ao CO<sub>2</sub> (recurso mineral, resíduo ou sub produto industrial), a regulação do CGS pode ter um vínculo maior com uma ou outra autoridade competente. Ressalta-se que, para alguns aspectos, os limites de atuação estão bem definidos e podem ser inseridos na autoridade competente específica. Esta é a situação das questões ambientais de competência do IBAMA e do IMA.

É certo que existirão aspectos que deverão ser conduzidos por autoridades competentes, que não a indicada, e isso deverá estar claramente estabelecido no arcabouço legal que conduzirá as atividades do CGS no Brasil. Vale destacar que esta situação já acontece no que diz respeito aos aspectos relativos ao meio ambiente quanto às atividades de exploração e produção de petróleo e gás, e as atividades de exploração e lavra de recursos minerais.

Alguns pontos devem ser levados em consideração na decisão da indicação da autoridade competente para o CGS. A correlação entre o CGS e o processo de injeção de CO<sub>2</sub> em campos depletados de petróleo e gás natural, como tecnologia para melhoria de desempenho da produção dos campos, o que dá a entender que a ANP já tem certa proximidade com este tipo de tecnologia, haja vista que estes operadores dos campos são regulados pela Agência e a infra estrutura existente na ANP para regular os processos de exploração e produção do setor de petróleo e gás, abrangendo desde as atividades de pesquisas sísmicas, monitoramento, verificações, transferência e responsabilidades pós produção dos campos.

## 7.2 ANÁLISE DAS AUTORIDADES COMPETENTES EXISTENTES NO BRASIL

Após apresentar o contexto das autoridades competentes do Brasil que podem ter relação com a regulação do CGS, esta parte da dissertação analisa as autoridades competentes existentes e a proximidade quanto à regulação das etapas de um projeto de CGS. Esta análise busca identificar qual autoridade competente poderia ser indicada para a regulação de um projeto de CGS ou partes dele.

É importante apresentar as definições que foram adotadas para as etapas de um projeto de CGS nesta análise. Foi considerada desde a etapa de detenção das informações até a capacidade de relação entre outros entes. Seguem as etapas e suas definições.

- a) Informações Técnicas (acervo): informações prévias que a autoridade competente detém sobre assuntos relacionados com o CGS, podendo ser do subsolo do país, a exemplo de estudos sísmicos, sejam do subsolo terrestre como marítimo ou de transporte ou distribuição de gás, dentre outras.
- b) Projeto: etapa de elaboração e desenvolvimento do projeto de CGS pode ser feita pela própria equipe da autoridade competente indicada ou por empresa contratada ou o concessionário.
- c) Licenciamento: toda e qualquer licença emitida por autoridades competentes necessárias na elaboração e execução de um projeto de CGS.
- d) Captura<sup>3</sup>: etapa de um projeto de CGS que abrange desde a separação do CO<sub>2</sub> na fonte estacionária, sua compressão e envio a um *city gate* (quando existir).
- e) Transporte: etapa de um projeto de CGS que envolve o envio do CO<sub>2</sub> do *city gate* (quando existir) para o local de injeção, podendo ser feito por diversos tipos de modal logístico (dutos, caminhões, navios, trens e outros).
- f) Injeção: etapa de um projeto de CGS que envolve o início da introdução do CO<sub>2</sub> no reservatório geológico até o seu término, por meio de processos mecânicos, incluindo a cimentação e arrasamento do poço.
- g) Monitoramento pós-injeção: etapa de um projeto de CGS, iniciada posteriormente ao encerramento da etapa de injeção do CO<sub>2</sub> no reservatório geológico, caracterizada pelo acompanhamento do comportamento do reservatório geológico com o CO<sub>2</sub> injetado pelo concessionário. Esta etapa tem um tempo determinado e é de responsabilidade da empresa que realizou a injeção.
- h) Pós encerramento: Etapa de um projeto de CGS, caracterizada pela transferência de responsabilidade da área onde foi injetado o CO<sub>2</sub>, do concessionário para a autoridade competente indicada. É composta por atividades de monitoramento e inspeção. Não tem prazo determinado.

---

<sup>3</sup> A existência desta etapa caracteriza o projeto como sendo de um projeto de CCS ao invés de CGS. Contudo, como o foco deste trabalho é o CGS, a nomenclatura utilizada para o projeto continuará sendo CGS.

- i) Fiscalização: Toda e qualquer atividade que exige o acompanhamento de alguma autoridade competente, com o intuito de garantir o cumprimento pelo concessionário das leis e normas vigentes.
- j) Situações de emergência: Capacidade da autoridade competente para lidar e dar respostas em situações de emergências, principalmente fuga do CO<sub>2</sub> armazenado, na etapa de pós encerramento, já que, nas etapas anteriores, a responsabilidade é do concessionário.
- k) Relação com as organizações governamentais, não-governamentais e privadas: Capacidade da autoridade competente indicada para interagir e captar recursos para a execução de um projeto de CGS. Este item está vinculado à capacidade de fiscalização de emissões de CO<sub>2</sub> por fontes estacionárias, a cobrança de impostos ou taxas decorrentes das emissões e do estabelecimento de relações internacionais, com o objetivo de obter recursos por meio de créditos de carbono.

No Quadro 7.4 é apresentada a análise da relação entre as etapas de um projeto de CGS e as autoridades competentes existentes, esta análise foi feita por meio de uma matriz comparativa. Ressalta-se que esta análise foi realizada numa perspectiva regulatória.

A escala de intensidade da matriz comparativa foi estabelecida seguindo a seqüência:

- a) forte (cor vermelha) – alta probabilidade de atendimento pela autoridade competente.
- b) médio (cor ouro) – probabilidade de atendimento pela autoridade competente.
- c) Fraco (cor amarelo claro) – baixa probabilidade de atendimento pela autoridade competente.
- d) inexistente ou não aplicável (cor branca) – sem relação de atendimento com a autoridade competente.

Para definição da relação entre as autoridades competentes e os itens de um projeto de CGS, considerando a escala de intensidade acima estabelecida na matriz de comparação, foi considerado o seguinte:

- a) a finalidade da autoridade competente estabelecida por lei.

- b) a competência estabelecida por lei de cada autoridade competente (apresentado no Quadro 7.3 do Capítulo 7 desta dissertação) que pode ter relação com o projeto de CGS.
- c) a forma de atuação de cada autoridade competente. Tendo como referência a capacidade técnica atual instalada e a possibilidade de atuação por outros, a exemplo de uma concessão.

Para se ter um exemplo de como foi realizada a análise da matriz comparativa, no item Informações Técnicas (acervo) a relação estabelecida entre este item e as autoridades competentes foi concebida tendo como referência a finalidade de cada autoridade, suas competências e a forma de atuação. Sendo assim, o DNPM, a ANA e a ANP têm muitas informações relativas ao subsolo por isso tiveram um conceito forte neste item, sendo que a ANP ainda tem outras informações relevantes quanto ao transporte de gás natural. As Agências Reguladoras Estaduais também tiveram o mesmo conceito devido às informações de distribuição de gás canalizado. Tiveram o conceito fraco a ANTT, o IBAMA e os Órgãos Ambientais Estaduais, isso em virtude das informações que as mesmas detêm em relação às especificações de transporte do CO<sub>2</sub>, no caso da ANTT, e das informações relativas às emissões de cada empresa necessárias para o estabelecimento das condicionantes de operação estabelecidas pelos Órgãos Ambientais Estaduais e o IBAMA. Já quanto a ANTAQ, não foi observado nenhum tipo de informação que essa autoridade possa deter que seja considerada relevante para um projeto de CGS.

	Informações Técnicas (acervo)	Projeto	Licenciamento	Captura	Transporte	Injeção	Monitoramento Pós Injeção	Pós Encerramento	Fiscalização	Situações de Emergência	Relação com as organizações governamentais, não-governamentais e privadas
DNPB	Fraco	Médio	Forte	Inexistente	Inexistente	Fraco	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
IBAMA	Fraco	Inexistente	Forte	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Fraco	Fraco	Forte	Forte	Médio
ANA	Forte	Médio	Forte	Inexistente	Inexistente	Fraco	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio
ANP	Forte	Forte	Inexistente	Inexistente	Forte	Forte	Forte	Forte	Médio	Médio	Médio
ANTT	Fraco	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Forte	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Médio	Médio	Médio
ANTAQ	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Forte	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Médio	Médio	Médio
Órgãos Ambientais Estaduais	Fraco	Médio	Forte	Fraco	Inexistente	Inexistente	Fraco	Inexistente	Médio	Médio	Médio
Agências Reguladoras Estaduais	Forte	Inexistente	Inexistente	Forte	Forte	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Médio	Médio	Médio

LEGENDA:

	Forte - alta probabilidade de atendimento pela Autoridade Competente
	Médio - probabilidade de atendimento pela Autoridade Competente
	Fraco - baixa probabilidade de atendimento pela Autoridade Competente
	Inexistente ou não aplicável - sem relação de atendimento com a Autoridade

Quadro 7.4 - Análise da Participação das Autoridades Competentes Existentes na Regulação das Etapas de um Projeto de CGS

De forma geral, após a aplicação da matriz comparativa para que seja identificada a proximidade entre a regulação das etapas de um projeto de CGS com as autoridades competentes, pode-se verificar a maior aderência com a ANP. Destaca-se, também, a relação das autoridades competentes estaduais, principalmente nas etapas que não estão atreladas a atividades com o subsolo, sendo que a única relação existente é quanto ao monitoramento pós injeção, devido às atividades de monitoramento da autoridade competente, responsável pela qualidade dos recursos hídricos estaduais.

A etapa de captura é a que menos teria participação das autoridades competentes federais na regulação, tendo uma relação mais forte com as autoridades competentes estaduais. Outra etapa a ser discutida e que não tem destaque de nenhuma autoridade competente existente é a de relação com as organizações governamentais, não-governamentais e privadas. Isso se dá em função de esta etapa estar voltada para a obtenção de recursos, principalmente financeiros, para a elaboração e execução de um projeto de CGS. Tendo como premissa que os projetos deverão ser financiados por meio de cobrança de impostos ou taxas junto às organizações emissoras, e, se possível, via crédito de carbono, as autoridades competentes existentes não teriam competência instalada neste

momento para dar início a estas atividades. Por isso, tiveram uma relação fraca com a etapa.

Após a análise feita por meio do Quadro 7.4 e levando-se em consideração o arcabouço legal existente e suas diretrizes, a melhor proposta para um arranjo regulatório do CGS no Brasil, no que diz respeito às autoridades competentes, seria o seguinte: uma participação conjunta nas etapas iniciais que vai desde o levantamento das informações à elaboração do projeto, licenciamento e captura; para as etapas de injeção, monitoramento pós injeção e pós encerramento seriam reguladas por uma autoridade competente federal; e, por último, as etapas de fiscalização, situações de emergência e relações que também poderiam ser reguladas em conjunto. O Quadro 7.5 representa a situação acima descrita e indica qual a autoridade competente seria nomeada para conduzir a regulação, tanto na esfera federal como na estadual.

Etapas de um projeto de CGS	Esfera regulatória e indicação		Observações referentes às autoridades competentes envolvidas intensidade da sua participação na etapa
	Estadual	Federal	
Informações técnicas	AGERBA	ANP	<u>Federal:</u> condução pela a ANP com participação da ANA, ANTT, ANTAQ e IBAMA. <u>Estadual:</u> participação efetiva da AGERBA devido à experiência na regulação da distribuição do gás natural. Participação em menor intensidade do IMA e do INGÁ.
Projeto	AGERBA	ANP	<u>Federal:</u> condução pela a ANP com participação das demais autoridades. <u>Estadual:</u> participação efetiva da AGERBA para a parte do projeto referente à captura e participação das demais autoridades.
Licenciamento	CEPRAM	IBAMA	Participação efetiva de todos os órgãos ambientais, tanto na esfera federal como na estadual.
Captura	AGERBA		Todo o processo de captura, no qual está incluída a separação e envio até o city gate (caso exista).
Transporte	AGERBA	ANP ANTT ANTAQ	O processo deve ser regulado pela ANP com participação da ANTT e ANTAQ, além da participação da AGERBA principalmente se a rede de transporte não ultrapassar os limites estaduais.
Injeção		ANP	Todo o processo de regulação deverá ser conduzido pela ANP.
Monitoramento pós injeção		ANP	Todo o processo de regulação deverá ser conduzido pela ANP.
Pós encerramento		ANP	Todo o processo de regulação deverá ser conduzido pela ANP. Ressalta-se que o concessionário deverá realizar a transferência de responsabilidade para a ANP.
Fiscalização	AGERBA IMA INGÁ	ANP ANA IBAMA	O processo de fiscalização deverá ser conduzido por todas as autoridades competentes nas esferas que às compete.
Situações yde emergência	AGERBA	ANP	Este processo poderá ser conduzido por autoridades competentes indicadas distintas a depender de qual etapa do projeto de CGS a situação de emergência se apresentar. Se for na etapa de captura a condução será pela AGERBA e as demais etapas pela ANP.
Relação com as organizações	AGERBA IMA	ANP	<u>Federal:</u> condução pela a ANP, principalmente para a obtenção de crédito de carbono. <u>Estadual:</u> participação efetiva da AGERBA ou do IMA de impostos ou taxas junto as organizações emissoras de CO <sub>2</sub> .

Legenda:



Não tem participação no processo regulatório da etapa

Participa mas não conduz o processo regulatório da etapa

Conduz o processo regulatório da etapa

Quadro 7.5 – Esfera regulatória e indicação da Autoridade Competente correspondente às etapas do projeto de CGS

Conforme o apresentado no Quadro 7.5, a sugestão da condução de grande parte das ações regulatórias caberia à ANP, isso em função da estrutura regulatória existente. Vale destacar que a análise e a indicação feitas no Quadro 7.5 abrangem as etapas desde as informações para um projeto de CGS, incluindo a etapa de captura, até o pós encerramento. Sendo assim, o projeto é caracterizado como de CCS e não de CGS. Entretanto, isto foi necessário para que fossem levantados os limites de atuação das esferas governamentais (Federal e Estadual) e também uma indicação mais precisa das autoridades competentes.

A relação existente entre a ANP e as agências reguladoras estaduais (AGERBA, no caso da Bahia) quanto à regulação do gás natural é outro ponto que pode ser utilizado como referência na indicação da(s) autoridade(s) competente(s), assim como, a definição dos limites de atuação. Numa proposta de estrutura regulatória em um projeto de CGS similar à do gás natural, a autoridade competente indicada estadual, seria responsável pela regulação junto às organizações/empresas emissoras de CO<sub>2</sub>, o que significaria desde a coleta até a entrega em um ponto (*city gate*). Após este ponto, a responsabilidade da regulação seria da autoridade competente indicada Federal. A etapa de concepção do projeto deveria ser conduzida pela autoridade competente indicada Federal com a participação da autoridade competente indicada Estadual. A Figura 7.5 ilustra a situação proposta com a definição das etapas e autoridades competentes.

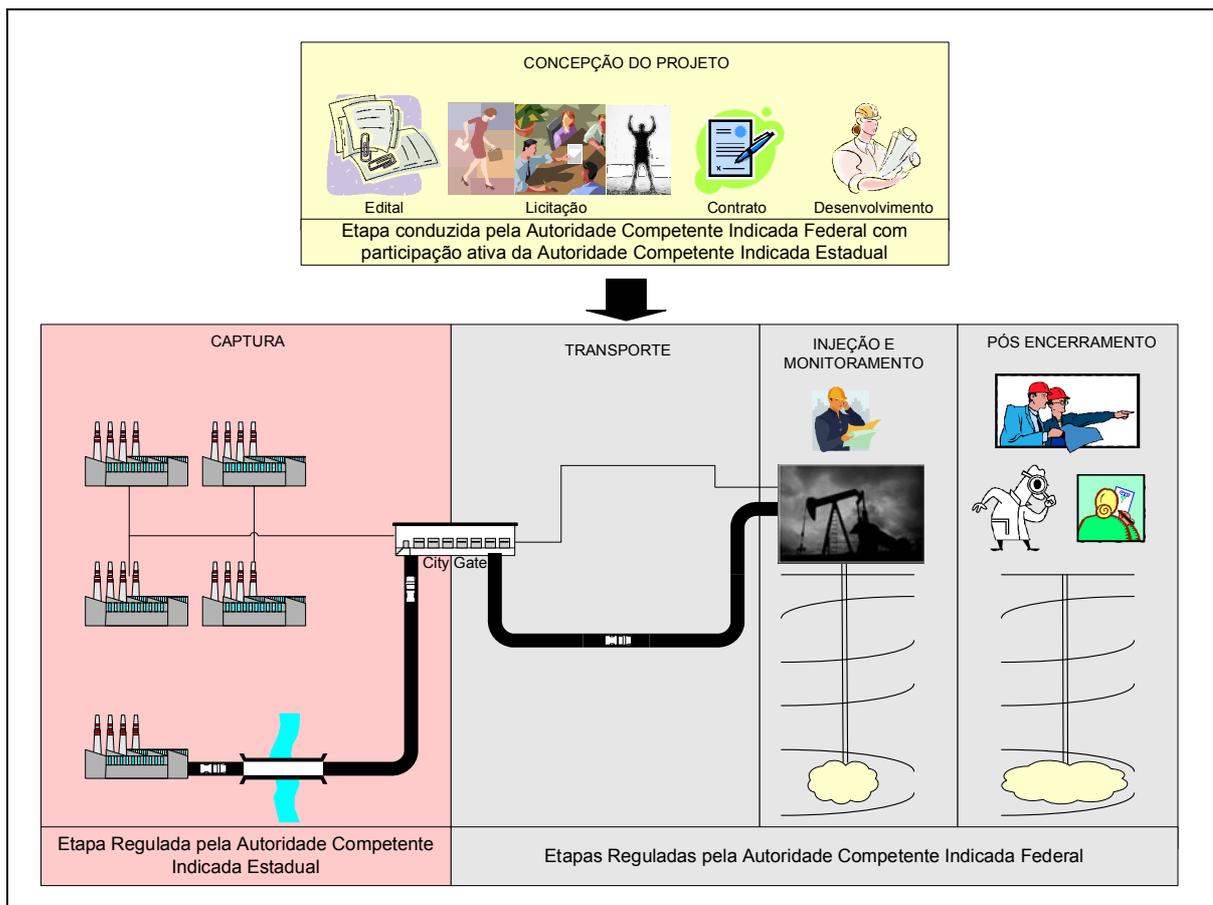


Figura 7.5 – Etapas do Projeto de CGS e a relação com as Autoridades Competentes Indicadas

A relação entre a autoridade competente e o operador de um projeto de CGS é uma questão que também deve ser abordada pela(s) autoridade(s) competente(s) indicada(s). Atualmente, os tipos de regime de contratação que vigoram no Brasil têm sido feitos, em boa parte, por meio de concessões, permissões, autorizações, autogas e contratos de serviços. Caberá à autoridade competente indicada estabelecer o tipo de regime mais apropriado, contudo, devido à proximidade entre um projeto de CGS e a indústria do petróleo, o regime mais indicado seria o de concessão.

## **8 LEVANTAMENTO DO MARCO LEGAL E REGULATÓRIO NACIONAL DIRETAMENTE E/OU INDIRETAMENTE RELACIONADO COM O ARMAZENAMENTO DE CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS E QUE IMPACTAM EM UM SISTEMA REGULATÓRIO PARA O BRASIL**

Neste capítulo, é feito um levantamento e análise do marco legal brasileiro, que podem ter algum tipo de relação direta ou indireta com os aspectos críticos do CGS. Para que isso fosse feito, inicialmente, foram identificadas as leis brasileiras e depois feitas análises em relação aos aspectos considerados críticos e selecionados no Capítulo 5 desta dissertação, recordando, são eles:

- a) Proibições/restrições;
- b) Direito à Propriedade;
- c) Direito de Acesso (exploração, retenção, injeção e armazenamento);
- d) Seleção dos Locais;
- e) Licenças (Projeto/Exploração, Armazenamento e outras);
- f) Especificações do CO<sub>2</sub>;
- g) Classificação do CO<sub>2</sub>;
- h) Obrigações do Operador quanto à Operação, Monitoramento e Encerramento;
- i) Transferência de Responsabilidade;
- j) Monitoramento e Inspeções das Autoridades Competentes;
- k) Situações de Irregularidades e/ou Fugas;
- l) Garantias e Questões Financeiras (mecanismos de incentivos financeiros);
- m) Cooperação Transfronteiras (Transnacionais);
- n) Sanções;
- o) Direito ao Uso do CO<sub>2</sub> Armazenado;
- p) Propriedade Intelectual;
- q) Correlação com a Indústria do Petróleo;

- r) Autoridade Competente Indicada; e
- s) Impactos ao Meio Ambiente e à Saúde Humana.

É certo que, nas situações em que não existir nenhum tipo de correlação, direta ou indireta, entre a legislação existente e algum aspecto legal do CGS, não foi necessário desenvolver um aprofundamento na análise. O capítulo é composto por um item referente à identificação do marco existente e seus aspectos, que tem algum tipo de relação com o CGS. Outro que analisa as necessidades estruturantes da legislação brasileira para uma regulação do CGS e é finalizado com a apresentação de um caso análogo ao CGS existente no marco legal brasileiro.

#### 8.1 IDENTIFICAÇÃO DO MARCO LEGAL EXISTENTE E RELAÇÃO DIRETA OU INDIRETA COM OS ASPECTOS IMPORTANTES DO CGS

Antes de ser iniciada a identificação da legislação existente, que tem relação direta ou indireta com o CGS, é importante listar os aspectos que não têm nenhum tipo de relação com o arcabouço legal existente, isso se dá em virtude de o CGS ser uma tecnologia nova no Brasil.

- a) Seleção dos Locais;
- b) Situações de Irregularidades e/ou Fugas;
- c) Garantias e Questões Financeiras;
- d) Cooperação Transfronteiras (Transnacionais);
- e) Sanções; e
- f) Direito ao Uso do CO<sub>2</sub> Armazenado.

Vale apresentar algumas considerações referentes aos aspectos listados anteriormente. Efetivamente, existem aspectos que, por serem bem específicos ao CGS, não têm nenhum tipo de relação com a legislação vigente. Por exemplo:

- a) a seleção dos locais para o armazenamento do CO<sub>2</sub>, devido às características deste tipo de seleção;
- b) as situações de irregularidade e/ou fugas, que poderiam ter relação com a indústria do petróleo, no que diz respeito ao gás natural, mas, devido à diferença de comportamento entre o gás natural e o CO<sub>2</sub>, não é possível ser feita alguma relação;

- c) tanto as questões voltadas para as garantias e as sanções não há relação com a legislação existente, devido ao tempo de vida de um projeto de CGS;
- d) o direito do uso do CO<sub>2</sub> armazenado é um aspecto que pode ter algum tipo de relação com o direito de propriedade, após o encerramento das atividades de injeção e seguindo o já estabelecido passaria a ser de propriedade da União, contudo, antes da conclusão da etapa de injeção, nas etapas de captura e transporte, até mesmo durante o processo de injeção, existe uma lacuna no que diz respeito à propriedade deste CO<sub>2</sub> e o seu uso, seja ele comercial ou não, pelo proprietário;
- e) quanto ao aspecto referente às cooperações transfronteiras (transnacionais), não existe nenhuma situação na legislação vigente que possa ser identificada como correlata a esta questão.

Segue a identificação das situações que têm relação direta ou indireta com a legislação vigente no Brasil.

#### *Proibições/restrições*

Nas legislações ambientais estaduais, principalmente as mais recentes, já podem ser identificadas questões referentes ao armazenamento geológico de substâncias. Segue abaixo o que é estabelecido pelo Decreto 11/235 de 10 de outubro de 2008 do Estado da Bahia:

#### Da Poluição do Solo e do Subsolo

**Art. 71** - Considera-se poluição do solo e do subsolo a deposição, a descarga, a infiltração, a acumulação, a injeção ou o enterramento no solo ou no subsolo de substâncias ou materiais poluentes, em estado sólido, líquido ou gasoso, capazes de alterar sua qualidade ambiental.

**Art. 72** - O solo e o subsolo somente poderão ser utilizados para armazenamento, acumulação temporária, tratamento ou disposição final de resíduos de qualquer natureza, desde que feitos de forma tecnicamente adequada, estabelecida em projetos específicos, mediante autorização prévia do IMA ou do CEPRAM, quando couber.

**Parágrafo único** - Não será permitida a acumulação, mesmo que temporária, diretamente sobre o solo ou no subsolo, de substâncias, produtos ou resíduos de qualquer natureza, que possam oferecer risco de poluição ambiental. (BAHIA, 2008, p. 17).

Destaca-se que o CO<sub>2</sub> não é considerado como um poluente, conforme apresentado no Capítulo 3 desta dissertação, e, neste mesmo decreto, existe uma lista de substâncias consideradas poluente da qual o CO<sub>2</sub> não faz parte, assim como

em outras legislações brasileiras como as referentes à qualidade do ar. Sendo assim, pode-se verificar que não existe nenhuma restrição legal quanto à injeção do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos. É certo que, para que seja realizada qualquer atividade com essa natureza, seria necessária uma consulta e comunicação às autoridades competentes existentes e a obtenção de licenças ambientais junto, também, às autoridades competentes. Vale ressaltar que atividades de recuperação avançada de óleo (EOR) com CO<sub>2</sub> já são realizadas sob a anuência e fiscalização da ANP e órgãos ambientais responsáveis, conforme citado no Capítulo 4 desta dissertação.

### *Direito à Propriedade*

O direito à propriedade é um tema bastante explorado no Direito. São apresentados, a seguir, os itens contidos nos principais instrumentos legais da legislação vigente. A Constituição Brasileira de 1988 garante os direitos e deveres individuais e coletivos, referentes à propriedade e também ao meio ambiente. Outro instrumento jurídico muito importante, quanto aos conceitos aplicados no Brasil, é o Código Civil de 2002. Os conceitos identificados nestes dois instrumentos legais estão citados a seguir.

#### Constituição:

#### Dos Direitos e Garantias Fundamentais e Dos Direitos e Deveres Individuais e Coletivos.

- Artigo 5, Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

XXII - é garantido o direito de propriedade;

XXIII - a propriedade atenderá a sua função social. (BRASIL, 2007, p. 5).

#### Código Civil Brasileiro:

#### Da Posse e sua Classificação.

- Artigo 1.196. Considera-se possuidor todo aquele que tem de fato o exercício, pleno ou não, de algum dos poderes inerentes à propriedade. (BRASIL, 2002, p.70).

#### Da Aquisição da Posse.

- Artigo 1.204. Adquire-se a posse desde o momento em que se torna possível o exercício, em nome próprio, de qualquer dos poderes inerentes à propriedade. (BRASIL, 2002, p.70).

### Da Propriedade.

- Artigo 1.228. O proprietário tem a faculdade de usar, gozar e dispor da coisa, e o direito de reavê-la do poder de quem quer que injustamente a possua ou detenha". E no seu § 1º "O direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas. (BRASIL, 2002, p. 71).

Especificamente, quanto ao direito à propriedade o Código Civil brasileiro, em consonância com a Constituição, estabelece o direito ao proprietário com restrições aos recursos minerais, conforme trecho transcrito abaixo:

- Artigo 1.229. A propriedade do solo abrange a do espaço aéreo e subsolo correspondentes, em altura e profundidade úteis ao seu exercício, não podendo o proprietário opor-se a atividades que sejam realizadas, por terceiros, a uma altura ou profundidade tais, que não tenha ele interesse legítimo em impedi-las. (BRASIL, 2002, p. 71).

- Artigo 1.230. A propriedade do solo não abrange as jazidas, minas e demais recursos minerais, os potenciais de energia hidráulica, os monumentos arqueológicos e outros bens referidos por leis especiais.

Parágrafo único. O proprietário do solo tem o direito de explorar os recursos minerais de emprego imediato na construção civil, desde que não submetidos a transformação industrial, obedecido o disposto em lei especial. (BRASIL, 2002, p.71).

Existem alguns aspectos referentes ao CGS que podem ser agrupados em função da relação direta com a indústria do petróleo, são eles: *o Direito de Acesso (exploração, retenção, injeção e armazenamento); Obrigações do Operador quanto à Operação, Monitoramento e Encerramento; Monitoramento e Inspeções das Autoridades Competentes; Licenças e a própria correlação com a Indústria do Petróleo*. O sistema regulatório existente para a indústria do petróleo já regula todos estes aspectos, contudo, são vinculados à extração do óleo e do gás. Um exemplo sobre a correlação entre estes aspectos e a legislação da indústria do petróleo é o que a Lei Federal Nº 9.478 (Lei do Petróleo) de 06 de agosto de 1997 aborda sobre o direito à exploração e produção do petróleo, conforme texto transcrito abaixo.

Art. 21. Todos os direitos de exploração e produção de petróleo e gás natural em território nacional, nele compreendidos a parte terrestre, o mar territorial, a plataforma continental e a zona econômica exclusiva, pertencem à União, cabendo sua administração à ANP. (BRASIL, 1997, p. 8).

Outro instrumento legal da indústria do petróleo, que tem relação com os aspectos acima citados e mais alguns outros, é o contrato de concessão para a exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural, celebrado entre a ANP e a empresa concessionária. Vale citar alguns aspectos que são encontrados no contrato, que têm relação com os aspectos identificados para o CGS, são eles: Propriedade do Petróleo e/ou Gás Natural; Direitos e Obrigações dos Concessionários Interessados; Licenças, Autorizações e Permissões; Garantia Financeira; Sanções; Controle Ambiental; dentre outros. Ressalta-se que esta análise foi feita tendo como base a minuta de contrato da décima rodada de licitação da ANP, realizada em 2008.

A indústria do petróleo tem muito a fornecer para a regulação do CGS. Isso se dá em virtude de as atividades serem executadas no subsolo e terem a característica de preservação da área, onde está sendo realizada a atividade. O que já não acontece com uma mineração convencional, principalmente nas minas a céu aberto. Esta similaridade proporcionou a elaboração de uma estrutura para a regulação do CGS, desenvolvida nesta dissertação e apresentada no último capítulo.

### *Especificações do CO<sub>2</sub>*

Conforme o apresentado no Capítulo 03 desta dissertação, existem especificações para o transporte do CO<sub>2</sub>, tanto mundialmente, por meio das regulações da ONU, quanto nacionalmente, por meio das regulações da ANTT. Entretanto, as especificações aqui solicitadas dizem respeito não só ao transporte mas também ao armazenamento do CO<sub>2</sub>. Esta necessidade de especificar a substância a ser injetada é importante, pois inibe a injeção de outras substâncias que, misturado com o CO<sub>2</sub>, pode gerar uma substância perigosa.

### *Classificação do CO<sub>2</sub>*

Também foi realizado um levantamento no Capítulo 03 a respeito da classificação do CO<sub>2</sub>. Este levantamento tem o objetivo de verificar como tem sido classificado o CO<sub>2</sub> até então. Pois, a depender desta classificação, a estrutura do sistema regulatório pode ser totalmente modificada. Entretanto, não foi identificado

nenhum tipo de classificação do CO<sub>2</sub>, na legislação brasileira vigente, a não ser que ele é um gás inerte e não tóxico, o que tem muito a ver com as suas características e não com a sua classificação. O que se busca neste aspecto é ter uma definição sobre a substância CO<sub>2</sub>. Ele é um resíduo, um sub produto industrial, em estado líquido, podendo ser considerado um mineral, um poluente, um bem que tem valor comercial, dentre outros.

### *Impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Humana*

O meio ambiente é um tema bastante abordado nas leis vigentes no Brasil e tem toda estrutura específica para ele. Quando se trata da saúde humana, é importante que seja identificado o campo a que se está referindo. Se for de forma geral, a saúde humana tem vínculo forte com o meio ambiente, haja vista que o homem faz parte do meio ambiente e toda e qualquer análise deve levar em consideração a sua presença. De forma mais particular, existem as questões vinculadas, especificamente, à saúde do trabalho, que não têm muita relação com o meio ambiente e, sim, com o ambiente de trabalho, e esta tem regulação específica no Brasil, sob a responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego. O foco a ser dado ao meio ambiente e à saúde humana na regulação do CGS tem a ver com as questões mais amplas e vinculadas ao meio ambiente, como um todo. Desta forma, buscou-se levantar, na legislação vigente, a abordagem que é dada e sua relação com o CGS, conforme apresentado a seguir.

Constituição:

Do Meio Ambiente.

- Artigo 225, Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 2007, p. 43).

Outro instrumento legal importante que aborda as questões sobre o meio ambiente é a Lei Federal Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente. A lei estabelece o Sistema Nacional do Meio Ambiente e legisla sobre questões importantes como o licenciamento e que segundo o seu artigo 10:

A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de

causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis. (BRASIL, 1981, p. 5).

E no seu inciso 4 deste mesmo artigo a lei aborda que:

Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA o licenciamento previsto no caput deste artigo, no caso de atividades e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional. (BRASIL, 1981, p. 5).

Atualmente, já existe toda estrutura montada no Governo Federal, Estadual e, também, em alguns Municípios, para o licenciamento e a fiscalização ambiental. Tal estrutura pode ser vista no exemplo do Estado da Bahia, no Capítulo 7 desta dissertação. Neste aspecto, a estrutura existente pode ser plenamente aproveitada para a regulação do CGS. Contudo, por se tratar de uma nova tecnologia, algumas questões importantes precisam ser discutidas e inseridas nas leis existentes ou previstas em uma regulação específica para o CGS, como:

- a) a vigência de uma licença para o CGS;
- b) o pós-encerramento das operações de injeção do CO<sub>2</sub>;
- c) o prazo de tempo durante o qual o concessionário é responsável pelas questões ambientais;
- d) a transferência da responsabilidade ambiental, após o encerramento das operações, dentre outras.

## 8.2 ANÁLISE DO MARCO LEGAL EXISTENTE NO BRASIL QUE TEM RELAÇÃO DIRETA E/OU INDIRETA COM OS ASPECTOS IMPORTANTES DO ARMAZENAMENTO DO CO<sub>2</sub> EM RESERVATÓRIOS GEOLÓGICOS

Após a identificação das legislações existentes no Brasil e as possíveis relações diretas ou indiretas com o CGS, foi elaborado o Quadro 8.1 para apresentar, de forma concisa e objetiva, as lacunas existentes que precisariam ser contempladas em uma proposta de regulação para o CGS no Brasil. É certo que, nas situações em que exista uma relação direta com o aspecto e as leis vigentes, a proposta de regulação do CGS deve desenvolver a abordagem do aspecto, levando em consideração, quando for aplicável, o estabelecido na legislação vigente.

Aspectos	Análise do Marco Legal Existente	
	Brasil	Instrumento Legal
Proibições/restrições		Leis e Regulação Ambientais (Nacional, Estaduais e Municipais).
Direito à Propriedade		Constituição, Código Civil, Leis e Regulação da Indústria do Petróleo.
Direito de Acesso (exploração, retenção, injeção e armazenamento)		Constituição, Leis e Regulação da Indústria do Petróleo.
Seleção dos Locais		
Licenças de Projeto/Exploração, Armazenamento, etc.		Leis e Regulação Ambientais (Nacional, Estaduais e Municipais), Leis e Regulação da Indústria do Petróleo.
Especificações do CO <sub>2</sub>		Regulação de Transportes Terrestres.
Classificação do CO <sub>2</sub>		
Obrigações do Operador quanto a Operação, Monitoramento e Encerramento		Regulação da Indústria do Petróleo.
Transferência de Responsabilidade		
Monitoramento e Inspeções das Autoridades Competentes		Leis e Regulações Ambientais (Nacional, Estaduais e Municipais), Regulação da Indústria do Petróleo.
Situações de Irregularidades e/ou Fugas		
Garantias e Questões Financeiras		Regulação da Indústria do Petróleo.
Cooperação Transfronteiras (Transnacionais)		
Sanções		Regulação da Indústria do Petróleo.
Direito ao Uso do CO <sub>2</sub> Armazenado		
Propriedade Intelectual		Regulação de Propriedade Intelectual.
Correlação com a Indústria do Petróleo		Regulação da Indústria do Petróleo.
Autoridade Competente Indicada		
Impactos ao Meio Ambiente e a Saúde Humana		Leis e Regulação Ambientais (Nacional, Estaduais e Municipais).

Legenda:

	Não evidenciada qualquer correlação entre o Aspecto e as Leis vigentes.
	Evidenciada alguma correlação entre o Aspecto e as Leis vigentes.
	Evidenciada total correlação entre o Aspecto e as Leis vigentes.

Quadro 8.1 – Verificação da relação direta ou indireta ao atendimento dos aspectos críticos do CGS na atual legislação brasileira

É notória a relação de diversos aspectos do CGS com a regulação da indústria do petróleo. Assim como a falta de relação entre as leis vigentes com aspectos que são inerentes ao CGS, situação completamente compreensível por se tratar de uma tecnologia recente. Observa-se, após a aplicação da ferramenta, as lacunas existentes no atual arcabouço legal brasileiro, em relação ao CGS. O que é previsível, haja vista as atuais leis e regulações não previam a utilização de tal tecnologia.

A necessidade de elaboração de instrumentos legais, como leis, decretos, regulamentos, dentre outros, é de extrema importância. A ferramenta aplicada apresenta a seguinte situação: existem sete aspectos que não têm nenhuma relação direta ou indireta com a legislação vigente e que precisariam ser abordados em uma regulação, provavelmente, específica para o CGS no Brasil. Quatro aspectos que de alguma forma têm relação direta ou indireta como CGS e que as leis e regulações vigentes podem servir como referência para a estruturação do sistema regulatório do CGS no Brasil. E, por fim, oito aspectos que têm relação direta com as leis e regulações vigentes, nos quais se destaca a regulação para a indústria do petróleo, estes aspectos devem servir como base para a elaboração da proposta de regulação do CGS no Brasil.

### 8.3 SITUAÇÃO REGULATÓRIA ANÁLOGA AO CGS NO BRASIL

Este item tem o objetivo de apresentar um caso análogo ao do CGS na legislação brasileira, que pode ser considerado como exemplo de estrutura regulatória. Antes de apresentar o exemplo, é importante ressaltar que, nesta dissertação, foi denominada de situação análoga uma estrutura regulatória que possui características similares ao CGS. As principais características, levadas em consideração, foram a impossibilidade de descarte direto da substância ou resíduo na natureza, o alto potencial de causar impactos significativos ao meio ambiente e notoriedade pública.

Algumas situações regulatórias podem se enquadrar nestas características apresentadas como a do lixo nuclear, dos aterros sanitários e dos resíduos líquidos e gasosos da indústria. Entretanto, somente a situação análoga do lixo nuclear será abordada nesta dissertação.

A preocupação com as atividades nucleares no Brasil não é recente, desde a década de 70 os governos buscam regular tal atividade. Em 17 de outubro de 1977, foi sancionada, pelo Governo Federal, a Lei N° 6.453, com o objetivo de regular as atividades do setor nuclear. A Constituição de 1988 fortaleceu a participação do Governo Federal neste setor, pois, conforme a mesma, as atividades nucleares no Brasil são de responsabilidade da União em seu artigo 21, ela estabelece o que compete à União, e, no seu parágrafo XXIII deste mesmo artigo, aborda:

[...] explorar os serviços e instalações nucleares de qualquer natureza e exercer monopólio estatal sobre a pesquisa, a lavra, o enriquecimento e reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios nucleares e seus derivados. (BRASIL, 1977, p.4).

Mesmo com o estabelecimento destes dois instrumentos regulatórios, ainda existiam algumas lacunas. Haja vista que a Constituição define as responsabilidades e competências de forma geral, e a Lei Federal N° 6.453/77 dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares, e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências. Nenhum dos dois instrumentos se aprofundava nas questões relativas aos rejeitos nucleares.

Para ajustar esta situação, foi sancionada, em 20 de novembro de 2001, a Lei Federal N° 10.308, que dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos, e dá outras providências. Esta lei apresenta os itens a serem cumpridos, quanto aos rejeitos radioativos, e define as responsabilidades dos autorizados para armazenar os rejeitos assim como estabelece a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, como a responsável para a seleção dos locais para depósito, licenciamento e fiscalização dos depósitos, dentre outros.

A Lei Federal N° 10.308 serve de exemplo quanto à definição dos direitos sobre os rejeitos radioativos. Em seu artigo 26 ela aborda que:

Pelo simples ato de entrega de rejeitos radioativos para armazenamento nos depósitos intermediários ou finais, o titular da autorização para operação da instalação geradora transfere à CNEN todos os direitos sobre os rejeitos entregues. (BRASIL, 2001, p. 4).

A objetividade da abordagem da lei é um ponto a ser destacado, pois nela estão claras as responsabilidades entre os entes envolvidos no processo de armazenamento e demais situações de conflitos relativas aos rejeitos.

## 9 PONTOS IMPORTANTES A SEREM REGULAMENTADOS

Alguns pontos de extrema relevância devem ser contemplados em uma proposta de regulação do CGS no Brasil. Alguns destes pontos têm caráter universal e outros têm um caráter específico para a regulação brasileira do CGS. Muitas das situações destacadas foram contempladas nas propostas de regulações internacionais do CGS. Outro ponto de extrema relevância abordado neste capítulo é a sugestão para uma proposta do CGS no Brasil.

A sugestão dada, quanto à regulação do CGS nesta dissertação, seguiu a estrutura estabelecida para a indústria do petróleo e gás, tendo como instrumento inicial a elaboração de uma lei para o CGS no Brasil, que seria denominada de “Lei do Armazenamento Geológico do CO<sub>2</sub>”. A lei deve apresentar definições específicas, determinar as relações entre as autoridades competentes, nomear as autoridades competentes indicadas para conduzir o CGS no país e conter a base para que seja desenvolvida toda a regulação infra legal necessária.

Uma questão que precisa ser abordada e definida na lei de armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> é o direito à propriedade do CO<sub>2</sub> durante as etapas de armazenamento e monitoramento pós injeção. Outra questão também importante, conforme apresentado anteriormente nesta dissertação e que merece ressalva é a especificação da substância a ser injetada.

As relações entre as autoridades competentes e os concessionários devem seguir o estabelecido na indústria do petróleo e gás, principalmente quanto ao regime. Entretanto, as propostas de projeto de CGS devem ser iniciadas pela autoridade competente indicada com a identificação de uma área emissora formada por diversas fontes estacionárias, análise da melhor forma de transporte e a seleção inicial dos locais.

Por outro lado, caberá ao concessionário um estudo de viabilidade técnica e econômica desta proposta de projeto e a participação na licitação. A figura de um concessionário representada por um consórcio de empresas é uma situação aceitável e que já é permitido na regulação da indústria do petróleo no Brasil, assim como, um operador (específico para alguma atividade crítica como a injeção ou transporte) contratado pelo concessionário e aceito pela autoridade competente indicada.

As funções e responsabilidades de cada ator na estrutura de um projeto de CGS devem estar muito bem definidas. Para a autoridade competente indicada, a função será a de regular as etapas do projeto, com o intuito de evitar a emissão do CO<sub>2</sub> gerado e evitar as mudanças climáticas que trazem conseqüências desastrosas para a sociedade.

Alguns pontos que estão vinculados a um projeto de CCS devem ser também abordados aqui, entretanto, sem o devido aprofundamento, em virtude do escopo desta dissertação ser restrito ao CGS. Sendo assim, caberá aos emissores capturar o CO<sub>2</sub> e entregar em um ponto previamente estabelecido pela autoridade competente indicada estadual. Deverá existir a figura de um concessionário que será responsável pela coleta neste ponto, transporte e entrega no *city gate*, onde deverão ser realizadas, pelo concessionário, as atividades de purificação, caso necessário, do CO<sub>2</sub> para que seja enviado aos locais de injeção. Todo e qualquer esforço de ajuste na especificação do gás capturado feito pelo concessionário, antes da injeção, deverá ser cobrado das indústrias produtoras de CO<sub>2</sub>. Haja vista que a responsabilidade de entrega do CO<sub>2</sub>, dentro das especificações estabelecidas, é do emissor.

Conforme visto no Capítulo 4 desta dissertação, todo este esforço deverá ser cobrado ao consumidor dos bens que produzem o CO<sub>2</sub> a ser capturado e, posteriormente, a indústria (fonte estacionária) deverá pagar às autoridades competentes indicadas o valor a ser cobrado pela tonelada de CO<sub>2</sub>, enviada para o *city gate*. Já ao concessionário, caberá realizar as atividades previstas para ele, seja de transporte ou armazenamento, e receber da(s) autoridade(s) competente(s) o pagamento pelos seus serviços.

A breve descrição acima apresentada é adequada num sistema regulatório no qual existe a taxaço, ou recolhimento de impostos, sobre o emissor de CO<sub>2</sub>. O que ainda não é exigido pelo governo brasileiro junto às fontes estacionárias emissoras de CO<sub>2</sub>. A utilização de instrumentos econômicos/financeiros públicos, conforme citado como a cobrança de taxas ou impostos é uma ação muito importante na composição do sistema regulatório.

Além da aplicação junto ao emissor destes instrumentos econômicos/financeiros públicos, outra ação a ser tomada é a organização da estrutura econômica/financeira interna da autoridade competente indicada, na qual estarão

depositadas as finanças decorrentes das aplicações destes instrumentos. Outros instrumentos econômicos/financeiros públicos podem ser tomados como referência para esta estrutura interna como a criação de um fundo para o CGS ou o seguro-caução. Vale ressaltar que, independente do instrumento a ser utilizado na estrutura interna, o mais importante nesta estrutura é a sua liquidez e independência em relação a contingências públicas, o que deve estar explícito na legislação que tratará desta estrutura.

Nesta dissertação, o instrumento econômico/financeiro público indicado para a estrutura interna da autoridade competente indicada é o fundo público. Este fundo deverá ter, conforme dito anteriormente, liquidez e independência para sua utilização pela autoridade competente indicada. O fundo deve ser concebido para fomentar os projetos de CGS, custear as despesas das autoridades competentes indicadas, investimentos em tecnologias vinculadas a todas as etapas de um projeto de CGS (incluindo sistemas de detecção e alarmes sísmicos e de fugas do CO<sub>2</sub> para o pós encerramento) e incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias para geração de energia por fontes limpas.

As principais fontes de recursos no sistema regulatório para o CGS seriam, com isso, a cobrança de taxas ou impostos dos emissores de CO<sub>2</sub> e a obtenção de possíveis créditos de carbono provenientes dos projetos de CGS. Os recursos deveriam ser vinculados às autoridades competentes indicadas assim como a sua prestação de contas.

A estrutura necessária para a regulação do CGS não pode ter impacto significativo no valor total de um projeto de CGS nem no valor do CO<sub>2</sub> armazenado. Esta é uma premissa que deve ser seguida durante toda a estruturação do sistema regulatório do CGS no Brasil e na sua execução. Estes custos não podem ser empecilho para a concepção e operação de um projeto de CGS e não devem ser item crítico para a autoridade competente indicada, nem para o emissor, quanto menos para o concessionário envolvido em um projeto de CGS.

Uma prática já adotada nos Estados Unidos, e que seria bastante interessante para ser aplicada no Brasil, é a citação da existência de CO<sub>2</sub> armazenado, via injeção, em propriedades dentro de uma área de um projeto de CGS. Esta citação deveria ser feita nas escrituras dos imóveis que estivessem contidos na área de armazenagem do projeto.

A exposição proposital da população ao CO<sub>2</sub> armazenado, com o objetivo de obter vantagens quanto a esta situação, também deve ser prevista na regulação do CGS. Para que se possa evitar tal situação, as autoridades competentes precisam dar uma maior atenção à área de um projeto de CGS.

A seleção do local onde será feita a armazenagem do CO<sub>2</sub> é uma questão relevante em um projeto de CGS. Existem as questões técnicas devido às características do CO<sub>2</sub> (conforme apresentado anteriormente) relativas à seleção do local que precisam ser levadas em consideração, como sua topografia (vales e depressões são potenciais acumuladores de CO<sub>2</sub>) e a falta de ventos constantes que ajudaria a dissipar o CO<sub>2</sub> em casos de vazamentos ou fugas. As questões sócio-econômicas dos locais também devem ser levadas em consideração.

Quanto à legislação existente no Brasil, vale ressaltar que a Lei do Gás, homologada recentemente, também deve ser objeto de análise como uma situação análoga. Com a homologação da Lei do Gás, muito do sistema regulatório proposto para o gás poderá ser aproveitado para o CGS. A experiência já adquirida, principalmente na relação entre a União e os Estados, é um dos pontos que deverão servir para o sistema regulatório do CGS no Brasil.

A possibilidade de apresentação de um projeto de CGS por uma indústria emissora de CO<sub>2</sub> ou por uma empresa injetora de CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos é outra situação que poderá existir e que necessita de uma aprovação do projeto pela autoridade competente indicada. Entretanto, será necessário estabelecer um limite mínimo das quantidades totais de injeção de CO<sub>2</sub> para que este projeto seja considerado um projeto de CGS. Um exemplo que pode ser tomado como referencial é o da proposta da União Européia, que estipula uma quantidade mínima de 100.000 toneladas. Esta medida se faz necessária para que atividades como o EOR ou EGR que não têm a finalidade de armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> e sim de tecnologias de recuperação de hidrocarbonetos, sejam consideradas como CGS.

A recuperação avançada de hidrocarbonetos (EOR ou EGR) não deve ser considerada como um projeto de CGS. Contudo, elas poderão ser consideradas se forem previamente planejadas para atender às especificações de um projeto de CGS após a recuperação dos hidrocarbonetos existentes. Ressaltando que as preocupações com todo e qualquer tipo de fuga do CO<sub>2</sub> deverão ser consideradas

no projeto e as atividades de licenciamento, monitoramento e fiscalização serão realizadas conforme o previsto para um projeto de CGS.

A necessidade de pagamento ao proprietário da posse das terras, assim como, aos Estados e Município é uma questão relevante na regulação e que precisa ser analisada e tratada claramente. A princípio, devido à proximidade com a indústria do petróleo, pode-se aproveitar o que atualmente é praticado, estabelecendo um paralelo com os *royalties* e demais impostos pagos.

Para as situações em que a injeção do CO<sub>2</sub> é utilizada para a recuperação de hidrocarbonetos, deve-se manter o vínculo dos pagamentos a serem feitos com a produção do óleo ou gás. Já para a implantação de um projeto específico de CGS, caracterizado exclusivamente pela injeção do CO<sub>2</sub> no reservatório geológico, deve-se relacionar os pagamentos de impostos e *royalties* à tonelada de CO<sub>2</sub> injetada. É certo que estes pagamentos deverão ser feitos pela autoridade competente indicada e vinculado ao volume de CO<sub>2</sub> injetado no reservatório geológico. Outros tipos de benefícios como isenção de impostos para o Município que abrigar um projeto de CGS também podem ser aplicados.

A definição dos prazos nos quais os concessionários terão responsabilidades sobre a injeção realizada é outra questão importante a ser contemplada na regulação. Em função do longo período do armazenamento geológico do CO<sub>2</sub>, alguns prazos tiveram um período de 30 anos na proposta de regulação do CGS da União Européia, a exemplo do depósito a ser feito no fundo com o objetivo de cobrir os custos de monitoramento. Todavia, faz-se necessária uma análise para o estabelecimento destes prazos em virtude das peculiaridades e contexto de cada país.

É importante destacar que a proposta da regulação brasileira para o CGS deve prever situações em que os cenários estabelecidos sejam os piores possíveis. Ela precisa descrever mecanismos claros quanto a fugas e as piores conseqüências que estas fugas podem acarretar; falência dos concessionários; parada de um projeto por motivos de força maior; a extinção das autoridades competentes indicadas; dentre outros.

## 9.1 PROPOSTA PARA A REGULAÇÃO DO ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DO CO<sub>2</sub> NO BRASIL

Como principal recomendação desta dissertação para o sistema regulatório do CGS no Brasil, foi elaborado um detalhamento para uma proposta de regulação do CGS, ressalta-se que as etapas de captura e transporte não estão inclusas, ilustrado pela Figura 10.1. Esta proposta teve como referência a regulação atual brasileira para a exploração e produção de petróleo e gás, além da regulação do meio ambiente.

O processo do CGS foi dividido em quatro etapas, denominadas de Projeto/Pesquisa, Armazenamento de CO<sub>2</sub>, Monitoramento Pós Injeção e Pós Encerramento.

A etapa de Projeto/Pesquisa é direcionada para a elaboração do projeto de CGS e suas etapas iniciais. Nela, está inserida uma fase de pré-projeto na qual faz parte todo o processo licitatório do projeto de CGS. Ela contém as responsabilidades financeiras (seguros e sanções) e ambientais, principalmente com relação às licenças. A operação, nesta etapa, está relacionada com os primeiros estudos sísmicos (se necessários) e testes no reservatório para a injeção. Em todas as etapas, a necessidade de apresentação de relatórios de acompanhamento é crítica. Nas etapas em que existe um concessionário, os relatórios deverão ser apresentados à autoridade competente indicada que deverá aprová-los ou não.

A segunda etapa é composta pelo início do armazenamento em escala do CO<sub>2</sub> no reservatório. Para tanto, todas as instalações já devem estar prontas, assim como a obtenção das licenças de operação. Nesta etapa, também são necessárias novas garantias financeiras (seguros e sanções). Além dos relatórios de acompanhamento, o concessionário deverá apresentar o Programa Anual de Trabalho, no qual deverá constar o conjunto de atividades a serem realizadas no decorrer do ano, e o Programa Anual de Armazenamento no qual o concessionário deverá discriminar as previsões de armazenagem, oriundas do processo de armazenamento de cada local/área. Nesta etapa, todo o monitoramento será feito pelo concessionário cabendo às autoridades competentes as inspeções e fiscalizações.

A terceira etapa, denominada de Monitoramento Pós Injeção, é caracterizada pelo encerramento das atividades de injeção do CO<sub>2</sub> no reservatório geológico e a

transferência da responsabilidade do concessionário para a autoridade competente indicada. Esta transferência é caracterizada pelo documento que representa o aceite do encerramento. A partir da assinatura deste documento, o concessionário não tem mais responsabilidades sobre o armazenamento, cabendo à autoridade competente indicada dar continuidade às atividades necessárias.

Por fim, a etapa de Pós Encerramento, na qual existem as operações de manutenção do reservatório, principalmente no poço, os monitoramentos necessários e a elaboração de relatório de acompanhamento. Tudo isso a ser realizado pela autoridade competente indicada ou um terceiro. Nesta etapa, serão mantidas todas as inspeções necessárias para a verificação das condições do reservatório e do meio ambiente (lençóis freáticos e fauna e flora da superfície, dentre outros) a serem realizadas por demais autoridades competentes.

Como parte basilar de toda esta proposta, existe a estruturação dos instrumentos econômicos/financeiros públicos para o CGS, principalmente quanto a estrutura interna para o funcionamento da autoridade competente indicada, tendo como instrumento indicado nesta dissertação a criação de um fundo público específico para o CGS que já foi previamente discutido neste trabalho e é representado também na Figura 10.1.

A Figura 10.1 representa o modelo regulatório proposto nesta dissertação. A realização da análise da dinâmica deste modelo, por meio da dinâmica de sistemas, é uma forma de validação prévia e aprofundamento deste modelo. Esta análise é uma sugestão para um trabalho futuro. Nela deve-se buscar um entendimento mais aprofundado da interação entre os elementos que compõem esta proposta de modelo regulatório para o CGS.

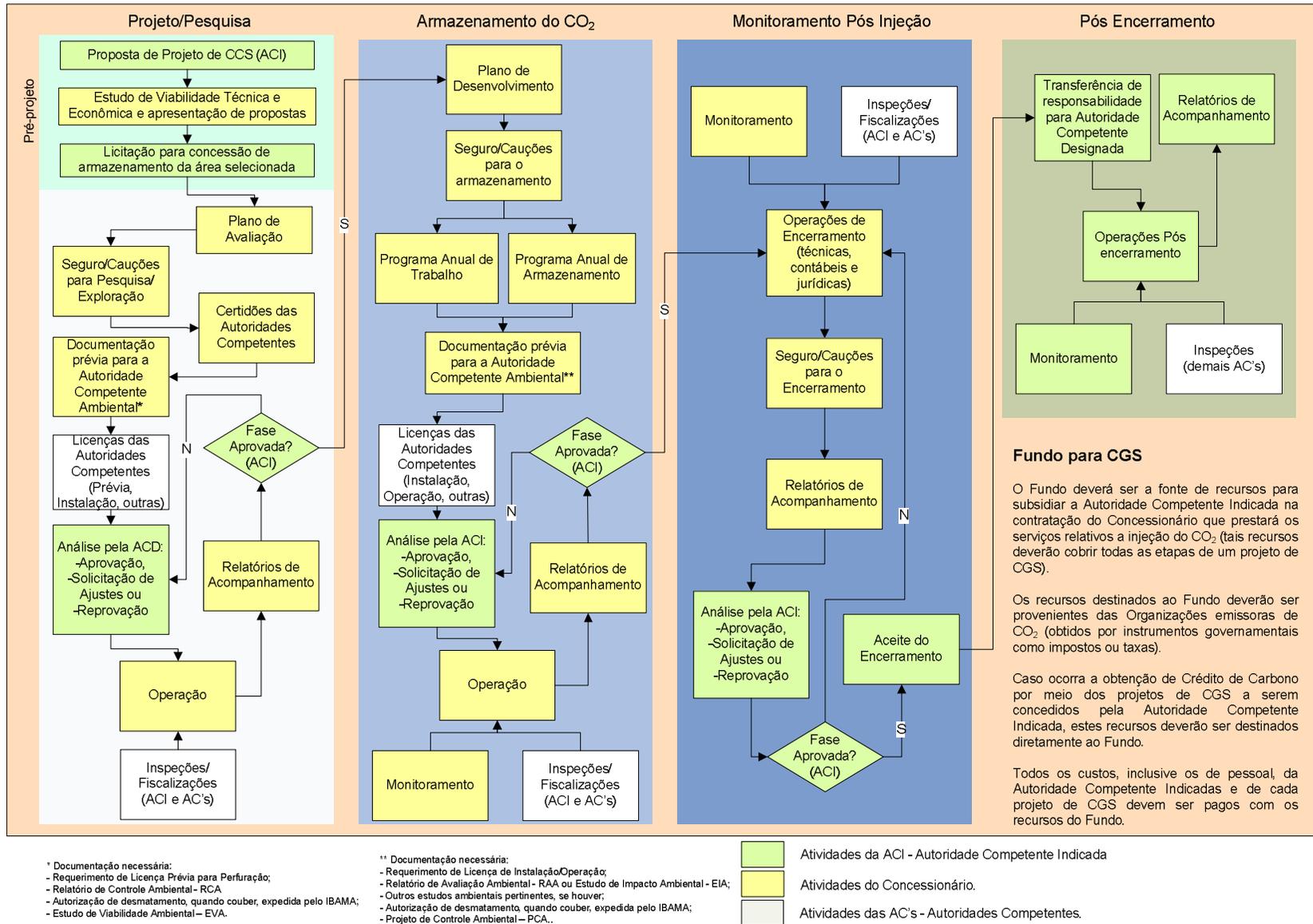


Figura 9.1 – Representação das atividades previstas em um projeto de CGS para o Brasil, sua seqüência, etapas e responsabilidades.

## 10 CONCLUSÕES

Nesta dissertação, foram levantados, discutidos e analisados diversos aspectos críticos quanto à necessidade da regulação da tecnologia CGS e sua aplicação, tendo como referência o seu problema inicial, que foi o questionamento quanto à necessidade da criação de um marco legal e um sistema regulatório para o armazenamento geológico do CO<sub>2</sub> no Brasil. Assim como a manutenção do foco no seu objetivo que foi o de apresentar os principais aspectos técnicos, legais e estruturais necessários para a regulação desta tecnologia no Brasil.

No decorrer dos capítulos, pode se verificar a necessidade da estruturação de um sistema regulatório do CGS no Brasil. Sendo necessária para esta estruturação a análise quanto ao comportamento do CO<sub>2</sub>, referente às questões econômicas, ambientais e da saúde humana, os aspectos que devem constar em uma regulação do CGS, a definição das autoridades competentes indicadas e a análise da legislação vigente brasileira que tem relação direta ou indireta com o CGS.

Aspectos que são considerados críticos para o desenvolvimento de uma proposta de regulação do CGS no Brasil, precisam estar claramente definidos, sendo o principal a definição da(s) autoridade(s) competente(s) brasileira indicada(s). Após a apresentação desta dissertação e levando em consideração a estrutura vigente, sem propor grandes modificações, conclui-se que o melhor arranjo deveria ser estruturado da seguinte forma:

- a) Autoridade Competente Federal Indicada para a elaboração de políticas e diretrizes voltadas para o controle de emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera – CONAMA;
- b) estruturação e criação de um Conselho específico para tratar as questões referentes ao CGS, composto por representantes de Ministérios existentes que possam ter relação direta ou indireta com o CGS. Com a responsabilidade de elaborar as políticas e diretrizes específicas para o CGS no Brasil. Tendo a sua condução/presidência realizada pelo Ministério de Minas;
- c) Autoridade Competente Federal Indicada para fazer cumprir as políticas e diretrizes estipuladas para o CGS no Brasil – ANP. Esta autoridade também

seria a responsável principal pela condução dos projetos de CGS no país e suas etapas inclusive a de pós encerramento. Além de gerenciar os recursos do fundo público para o CGS;

- d) Autoridade Competente Estadual Indicada para fazer cumprir as políticas e diretrizes estipuladas para o CGS no Brasil, principalmente as questões relativas à captura e coleta até o *city gate* – Agências Reguladoras Estaduais. Sendo que todo o trabalho seria realizado em alinhamento com a ANP, haja vista que o projeto seria conduzido pela a ANP. Caberia às Agências Reguladoras Estaduais regularem a etapa de captura e coleta até o *city gate* e a cobrança de taxas ou impostos aos produtores de CO<sub>2</sub>, que seria enviado para um fundo público;
- e) manutenção das atribuições e relações organizacionais entre as demais Autoridades Competentes, principalmente no que diz respeito às questões referentes ao meio ambiente, recursos minerais, recursos hídricos e transportes.

A análise da legislação brasileira vigente, que tem alguma relação direta ou indireta com o CGS, apresentou lacunas que precisam ser cobertas por uma regulação específica do tema a ser ainda elaborada. É importante que a regulação a ser elaborada aborde os aspectos legais, financeiros e técnicos, identificados neste trabalho. Assim como os pontos importantes citados no Capítulo 9 desta dissertação.

A sugestão da estrutura de uma proposta de regulação para o CGS, também apresentada no Capítulo 9 desta dissertação, teve como propósito o aproveitamento de toda a estrutura legal existente e a aplicação, com os seus devidos ajustes, para a regulação desta nova tecnologia. O aproveitamento do arcabouço legal brasileiro existente teve, principalmente, como referência, a indústria do petróleo. Um dos pontos mais importante apresentado é a criação de um fundo público específico para o CGS no Brasil.

Em virtude do CGS ser uma tecnologia que tem um período muito longo de duração, com o CO<sub>2</sub> armazenado, perpassando por várias gerações, a aceitação e aprovação da sociedade (cidadãos, setores privados, organizações públicas e não-governamentais) é extremamente relevante em todo o processo. O estabelecimento de um sistema regulatório bem estruturado, inclusive com a definição clara das

autoridades competentes indicadas e a elaboração de um instrumento legal, completo e robusto é o primeiro passo para o alcance da confiança da sociedade nesta tecnologia. E deve ter como objetivo a utilização de uma tecnologia que busca a minimização das conseqüências das atividades humanas junto aos condutores das mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

BAHIA. Decreto Nº 11.235, de 10 de outubro de 2008. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, que institui a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e da Lei nº 11.050, de 06 de junho de 2008, que altera a denominação, a finalidade, a estrutura organizacional e de cargos em comissão da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH e das entidades da Administração Indireta a ela vinculadas, e dá outras providências. **Dário Oficial do Estado**. Poder Executivo, Salvador, 11 e 12 out. 2008. Ns. 19820 e 19821.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 7.314, de 19 de maio de 1998. Dispõe sobre a criação da Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transportes e Comunicações da Bahia - AGERBA e dá outras providências. **Dário Oficial do Estado**. Poder Executivo, Salvador, 05 maio 1998.

BRAGA, A. L. F; PEREIRA, L. A. A; SALDIVA, P. H. N. Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana. In: SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO E USO DE ENERGIA, 2002, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: UNICAMP, 2002. Disponível em: < <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=1039> >. Acesso em: 5 jan. 2009.

BRASIL. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. Constituição (1998). **Constituição da República Federativa do Brasil - Texto consolidado até a Emenda Constitucional nº 56 de 20 de dezembro de 2007**. Brasília, DF: Senado Federal, 2007.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 11 jan. 2002. p. 1.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 02 set. 1981. p. 16509.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 10.308, de 20 de novembro de 2001. Dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de

rejeitos radioativos, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 21 nov. 2001. p. 1.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 10.233, de 05 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 6 jun. 2001. p. 1.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 18 jul. 2000. p. 1.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 9.478, de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 07 ago. 1997. p. 16925.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 8.876, de 2 de maio de 1994. Autoriza o Poder Executivo a instituir como Autarquia o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 03 mai. 1994. p. 6549.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 23 fev. 1989. p. 2729.

\_\_\_\_\_. Lei Nº 6.453, de 17 de outubro de 1977. Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 18 out. 1977. p. 13957 2.

\_\_\_\_\_. Decreto-Lei Nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas). **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 28 fev. 1967. p. 2417.

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998. Implanta a Agência Nacional do Petróleo - ANP, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 15 jan. 1998. p. 1.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1989. Controle de Poluição do Ar – PRONAR. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 25 ago. 1989, Seção 1, p. 14713-14714.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 305, de 12 de junho de 2002. Licenciamento Ambiental. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, n. 127, 04 jul. 2002, Seção 1, p. 81-82.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. **Contrato de Concessão para Exploração, Desenvolvimento e Produção de Petróleo e Gás Natural (Minuta do contrato da décima rodada)**. [S.l]; [s.n.], 2008.

CAAMAÑO, J. A. Toxicidades por oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono. **Jano: Medicina Subacuática**, y. 2, n. 1707, set. 2008. Disponível em: <[www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1707/23/00230030-LR.pdf](http://www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1707/23/00230030-LR.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2009.

CARBONO BRASIL. Scheidt, P. **G8 apóia o lançamento de 20 projetos de CCS até 2020**. Divulgado em 13 jun. 2008. Copyright© Carbono Brasil. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com.br>>. Acesso em: 28 jun. 2008.

CHICAGO CLIMATE EXCHANGE - CCX®. **CCX® Market Report**, Chicago, v. 6, n.1, 2009. Disponível em: <[www.chicagoclimateexchange.com/.../CCX\\_carbonmkt\\_V6\\_i1\\_jan2009.pdf](http://www.chicagoclimateexchange.com/.../CCX_carbonmkt_V6_i1_jan2009.pdf)>. Acesso em: 3 mar. 2009.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS - CCE. **Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho Relativa à Armazenagem Geológica de Dióxido de Carbono e que Altera as Directivas 85/337/CEE e 96/61/CE do Conselho, as Directivas 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2004/35/CE e 2006/12/CE e o Regulamento (CE) n.º 1013/2006**. Bruxelas: CCE, 2008.

CONSELHO EUROPEU DE ENERGIA RENOVÁVEL – EREC; GREENPEACE. **[R]evolução Energética: perspectivas para uma energia global sustentável**. [S.l]. 2007. Disponível em: < <http://www.greenpeace.org/brasil/documentos/energia?page=2>>. Acesso em: 20 jun. 2008.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPÉIA. **Energy and climate change: elements of the final compromise**. Bruxelas, 2008.

COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR GREENHOUSE GAS TECHNOLOGIES – CO2CRC. **Carbon dioxide capture & storage: research development & demonstration in Austrália – a technology roadmap 2004**. Canberra, jan. 2004. Disponível em: <<http://www.co2crc.com.au/publications/index.php>>. Acesso em: 20 dez. 2008.

DOOLEY, J. J. et al. **Carbon dioxide capture and geologic storage: a core element of a global energy technology strategy to address climate change**. Battelle (EUA): Battelle Memorial Institute, abr. 2006. Disponível em: <[www.battelle.org/gtsp](http://www.battelle.org/gtsp)>. Acesso em: 11 maio 2008.

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency - EPA. **40 CFR Parts 144 and 146 Federal Requirements Under the Underground Injection Control (UIC) Program for Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Geologic Sequestration (GS) Wells, Proposed rule**, Washington, v. 73, n. 144, 25 jul. 2008. Federal Register.

FREITAS, S. M; FREDO, C. E. Fontes energéticas e o Protocolo de Kyoto: a posição do Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.35, n.5, p. 77-82, maio 2005.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. **O mecanismo de desenvolvimento limpo: guia de orientação**. 1. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

GERAQUE, E. Brasil quer virar líder em enterro de gás carbônico, **Folha de São Paulo**, 20 jan. 2008. Caderno de Ciência, p. A 31.

GOLDEMBERG, J. O caminho até Joanesburgo. **Meio ambiente no Século 21 (Energia)**. Rio de Janeiro, p. 171-181, 2003.

HALL, R. E; LIEBERMAN, M. **Microeconomia: princípios e aplicações**. Ed Thomson, São Paulo, 2003.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ – INRS. **Intoxication par inhalation de dioxyde de carbone**. Paris, 1999. Disponível em: <<http://www.inrs.fr/>>. Acesso em: 28 de mar. 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate change and water**. Geneva, 2008.

\_\_\_\_\_. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, 2007. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o quarto relatório de avaliação do IPCC

\_\_\_\_\_. **IPCC special report on carbon dioxide capture and storage**. Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, 2005. Preparado pelo Grupo de Trabalho III do IPCC

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Energy technology perspectives 2006: scenarios & strategies to 2050 in support of the G8 plan of action**. Paris: Stedi Media. 2006. Disponível em: <[www.iea.org/books](http://www.iea.org/books)>. Acesso em: 23 nov. 2008.

\_\_\_\_\_. **Legal aspects of storing CO<sub>2</sub>: update e recommendations**. Paris, 2007.

\_\_\_\_\_; Greenhouse Gas R&D Programme – IEA GHG. **ERM - Carbon dioxide and storage in the clean development mechanism 2007/TR2**. Cheltenham, abr. 2007. Disponível em: <[www.ieagreen.org.uk](http://www.ieagreen.org.uk)>. Acesso em: 20 de maio 2008.

\_\_\_\_\_. **Geologic storage of carbon dioxide – staying safely underground. IEA Greenhouse Gas R&D programme**. Cheltenham, jan. 2008. Disponível em: <[www.ieagreen.org.uk](http://www.ieagreen.org.uk)>. Acesso em: 20 jun. 2008.

INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE COUNCIL - IRGC. **Policy Brief: regulation of carbon capture and storage**. Geneva, fev. 2008. Disponível em: <[www.irgc.org](http://www.irgc.org)>. Acesso em: 27 ago. 2008.

LINO, U.R.A. Case History of Breaking a Paradigm: Improvement of an Immiscible Gas-Injection Project in Buracica Field by Water Injection at the Gas/Oil Contact. In: SPE LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN PETROLEUM ENGINEERING CONFERENCE., 2005, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: SPE, 2005. Disponível em: <<http://www.spe.org>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

LISBOA, H. M. Efeitos causados pela poluição atmosférica. In: LISBOA, H. M. **Controle da poluição atmosférica**. Montreal, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.lcqar.ufsc.br/aula.php>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

MANFREDI, J. F. Poluição Atmosférica. **ARGUMENTO - Revista das Faculdades de Educação, Ciências e Letras e Psicologia Padre Anchieta**, Jundiaí, ano VI, n. 11, p. 61-72, jul. 2004.

MARQUES, V.S. O efeito estufa e o aquecimento global. **Anuário IGEO 1993 – UFRJ/Departamento de Metereologia**. Rio de Janeiro, p. 93-106, 1993.

MAIOLI O.L; NASCIMENTO G. N. **Composição da atmosfera, ciclos globais e tempo de vida**. UFES, 19 abr. 2005. Disponível em: < <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&lr=&q=Composi%C3%A7%C3%A3o+m%C3%A9dia+do+ar+seco+no+n%C3%ADvel+do+mar+SEINFELD%2C+1984&btnG=Pesquisar&lr=>>. Acesso em: 28 de jan. 2009.

MINISTERIAL COUNCIL ON MINERAL AND PETROLEUM RESOURCES – MCMPR. **Carbon dioxide capture and geological storage australian regulatory guiding principles**. Canberra, 2005. Disponível em: < [http://www.ret.gov.au/resources/carbon\\_dioxide\\_capture\\_and\\_geological\\_storage/Pages/ccs\\_legislation.aspx](http://www.ret.gov.au/resources/carbon_dioxide_capture_and_geological_storage/Pages/ccs_legislation.aspx)>. Acesso em: 15 de abr. 2008.

MUSTAFA, G; SOUZA, A. B; ROCHA, P. S. Utilização de emissões industriais gasosas para rejuvenescimento de campos maduros de petróleo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, n. 4, v. 08, p. 209-212, out./dez. 2003.

NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY - NETL. **International carbon capture and storage projects overcoming legal barriers**. Estados Unidos, 23 jun. 2006. Disponível em: <[www.netl.doe.gov](http://www.netl.doe.gov)>. Acesso em: 10 jul. 2008.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Carbon capture and storage in the CDM**. Paris, 22 nov. 2007. Disponível em: <[www.iea.org/textbase/papers/2007/CCS\\_in\\_CDM.pdf](http://www.iea.org/textbase/papers/2007/CCS_in_CDM.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2008.

PARLAMENTO EUROPEU. **Textos aprovados**. Ed. Provisória. [S.l.], 2008. P6\_TA-PROV(2008)12-17.

PINDYCK, R. S; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008, combater as alterações climáticas: solidariedade humana num mundo dividido**. Coimbra: Almedina, 2008.

POINT CARBON. **Carbon 2008 Post-2012 is now 11 March 2008**. Disponível em: <<http://www.pointcarbon.com/research/carbonmarketresearch/analyst/1.912721>>. Acesso em: 29 jul. 2008.

PORTAL AMBIENTEBRASIL. **Informações sobre a captura e armazenamento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> Carbon Sequestration - CCS)**. Disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./carbono/index.php3contedo=./carbono/artigo9.html>>. Acesso em: 16 jul. 2008.

RAVAGNANI, A. T; SUSLICK, S. B. Modelo dinâmico de seqüestro geológico de CO<sub>2</sub> em reservatórios de petróleo. **Revista Brasileira de Geociências**, v.38, n. 1, p. 39-60, mar. 2008.

ROCHA, P. S et al. EOR and Storage Activities Driven by CO<sub>2</sub> in Brazil: Experience from the Buracica and Miranga Oil Field Performances. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CAPTURE AND GEOLOGICAL STORAGE OF CO<sub>2</sub>, 2. 2007. **Anais...** Paris.

SCHIRMER, W. N. **Amostragem, análise e proposta de tratamento de compostos orgânicos voláteis (COV) e odorantes em estação de despejos industriais de refinaria de petróleo**. 2004. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Santa Catarina, 2004.

SOARES, W. L; PORTO, M. F.. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciên. saúde coletiva**, v. 12, n.1, p.131-143, 2007.

SUSTAINABLE ENERGY IRELAND - SEI. **Assessment of the Potential for Geological Storage of CO<sub>2</sub> for the Island of Ireland**. Dublin, set. 2008. Disponível em: < <http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=Assessment+of+the+Potential+for+Geological+Storage+of+CO2+for+the+Island+of+Ireland&btnG=Pesquisa+Google&meta=&aq=f&oq=>> >. Acesso em: 18 jan. 2009.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **CCCC Kick the Habit a un Guide to Climate Neutrality**. 2008. Disponível em: <[www.grida.no/publications/vg/kick/](http://www.grida.no/publications/vg/kick/)>. Acesso em: 25 mar. 2009.

\_\_\_\_\_. **Taking Action: an environmental guide for you and your community**, 1996. Disponível em: < <http://www.nyo.unep.org/action/Text/TOC-t.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

VICTORIA. Department of Primary Industries - DPI. **A regulatory framework for the long-term underground geological storage of carbon dioxide in Victoria**. Melbourne, jan. 2008. Disponível em: <[www.dpi.vic.gov.au](http://www.dpi.vic.gov.au)>. Acesso em: 10 maio 2008.

## GLOSSÁRIO

**Alteração substancial:** Qualquer alteração não prevista na licença de armazenamento que possa ter efeitos significativos no ambiente ou na saúde humana.

**Armazenamento de CO<sub>2</sub>:** Conjunto de operações coordenadas de injeção de CO<sub>2</sub> em um reservatório geológico com o objetivo de manter, por tempo indeterminado, este CO<sub>2</sub> no subsolo.

**Autoridade Competente Indicada:** Organização governamental (órgão ou autarquia) nomeada pelo Governo para promover a regulação, a concepção de projetos e a fiscalização das atividades relativas ao CGS no país. A Autoridade Competente Indicada será responsável pelo projeto de CGS após o encerramento e transferência de responsabilidade do concessionário.

**Autoridades Competentes:** Autoridades Competentes governamentais que têm relação com as atividades de CGS, abrangendo as áreas técnicas, contábeis, fiscais, jurídicas, ambientais e outras.

**Autorização de Armazenamento:** Autorização emitida pela Autoridade Competente Indicada para um Operador, autorizando-o a armazenar CO<sub>2</sub> em uma área selecionada previamente explorada/pesquisada.

**Autorização de Exploração:** Autorização emitida pela Autoridade Competente Indicada para um Concessionário ou Operador, autorizando-o explorar/pesquisar uma área selecionada previamente para o CGS

**Avaliação de Impactos Ambientais:** Conjunto de métodos e técnicas de gestão ambiental reconhecidas, com a finalidade de identificar, prever e interpretar os efeitos e impactos sobre o meio ambiente, relativos a qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

(baseado na definição de impacto ambiental da Resolução CONAMA 001/86 e Avaliação de Impactos Ambientais do CPRH)

**CCS ou CAC (Captura e Seqüestro de Carbono):** Processo que consiste na separação de CO<sub>2</sub>, emitido por fontes estacionárias, relacionadas com a produção de energia e também de plantas industriais, o transporte deste CO<sub>2</sub> e seu armazenamento, a longo prazo, em reservatórios geológicos, isolando-o da atmosfera.

**CGS (Seqüestro Geológico ou Armazenamento Geológico):** Contenção a longo prazo de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em forma gasosa, líquida ou supercrítica em formações geológicas. Este termo não se aplica à sua captura ou transporte.

**Condições de Utilização dos Locais:** Situação em que se encontram as condições de utilização do local/área onde está sendo realizada a injeção do CO<sub>2</sub>.

**Desenvolvimento:** Conjunto de operações e investimentos destinados a viabilizar as atividades de armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> em um reservatório. Iniciadas com a liberação da Autorização de Armazenamento pela Autoridade Competente Indicada e concluída com o atendimento ao previsto no Plano de Armazenamento ou no abandono do reservatório (tem como base o modelo de contrato da 10ª rodada da ANP).

**Direito ao Acesso:** Direito cedido para a exploração, retenção, injeção e armazenamento do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos.

**Direito à Propriedade:** Direitos referentes aos recursos que estão no subsolo abrangendo as questões quanto à exploração, uso e comércio.

**ECBM (Recuperação Avançada de Metano em Carvão Mineral):** Processo de injeção de gás (por exemplo, o CO<sub>2</sub>) em carvão mineral, onde o gás é adsorvido à superfície do carvão e é liberado o metano. O metano pode ser captado e produzido para fins econômicos e, quando o CO<sub>2</sub> é injetado, é adsorvido na superfície do carvão mineral, ele é retido e permanece armazenado no reservatório geológico.

**EOR (Recuperação Avançada de Óleo):** Processo de injeção de um líquido (por exemplo, água, água salgada ou CO<sub>2</sub>) em um campo de petróleo com o objetivo de

recuperar o óleo residual ou gás natural, também conhecido como recuperação secundária ou terciária.

**EGR (Recuperação avançada de Gás):** Processo similar à Recuperação Avançada de Óleo, voltado para gás natural.

**Escopo:** Abrangência a ser dada pela regulação, ex: restringir somente ao armazenamento ou à captura, transporte e armazenamento do CO<sub>2</sub>, assim como a abrangência quanto à localização, no que se refere a atividades *on-shore* ou *off-shore*.

**Especificações do CO<sub>2</sub>:** Composição do Dióxido de Carbono a ser injetado nos reservatórios geológicos.

**Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA:** Documento elaborado pelo empreendedor, contendo plano de desenvolvimento da produção para a pesquisa pretendida, com avaliação ambiental e indicação das medidas de controle a serem adotadas (Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Formações Salinas:** Camadas de rochas sedimentares ou salmoura saturada geograficamente extensas e profundas com águas que tenham um alto teor de sólidos totais dissolvidos (TSD), ou seja, mais de 10.000 mg / L TDS. Oferecem grande capacidade potencial de armazenamento de CO<sub>2</sub>.

**Fuga:** Qualquer vazamento de CO<sub>2</sub>, ocorrido em alguma fase da captura, do transporte, da injeção ou do armazenamento geológico.

**Garantias Financeiras:** Cauções monetárias feitas pelo Concessionário ou Operador, com o objetivo de assegurar qualquer tipo de irregularidades ou fugas do CO<sub>2</sub> armazenado que causem impactos ao meio ambiente ou à saúde humana.

**GS (Seqüestro Geológico ou Armazenamento Geológico):** Contenção, em longo prazo, de uma substância em forma gasosa, líquida ou supercrítica em formações geológicas. Este termo não se aplica à sua captura ou transporte.

**Inspeções:** Atividades de fiscalização da Autoridade Competente Indicada com o objetivo de acompanhar as operações realizadas pelos Operadores.

**Licença Prévia (LP):** Licença concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a

serem atendidos nas próximas fases de sua implementação (conforme Resolução CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997).

**Licença Prévia de Produção para Pesquisa:** Licença autorizando a produção para pesquisa da viabilidade econômica da jazida, apresentando, o empreendedor, para a concessão deste ato, o Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA conforme (Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Licença Prévia para Perfuração:** Licença autorizando a atividade de perfuração e apresentando, o empreendedor, para a concessão deste ato, Relatório de Controle Ambiental - RCA, das atividades e a delimitação da área de atuação pretendida. (conforme Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Licença de Instalação (LI):** Licença que autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante (conforme Resolução CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997). Emitida após a aprovação do EIA ou RAA e contempla outros estudos ambientais existentes na área de interesse, a instalação das unidades e sistemas necessários à produção e ao escoamento (conforme Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Licença de Operação (LO):** Licença que autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (conforme Resolução CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997). Emitida após a aprovação do Projeto de Controle Ambiental - PCA, autorizando o início da operação do empreendimento ou das unidades, instalações e sistemas integrantes da atividade, na área de interesse (conforme Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Monitoramento:** Conjunto de ações realizadas pelo Concessionário ou Operador, voltadas para acompanhar e verificar as etapas de exploração, armazenamento e encerramento. Tais ações visam garantir o cumprimento do estabelecido no Plano de Exploração/Armazenamento.

**Obrigações Pós-encerramento:** Conjunto de responsabilidades/atribuições do Operador e da Autoridade Competente Indicada, posterior ao encerramento das atividades de armazenamento do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos.

**Obrigações quanto a Operação:** Conjunto de responsabilidades/atribuições vinculadas às etapas de exploração e armazenamento do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos, específicas tanto do Operador quanto da Autoridade Competente Indicada.

**Obrigações quanto ao Encerramento:** Conjunto de responsabilidades/atribuições vinculadas à etapa de encerramento do armazenamento do CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos, específicas tanto do Operador quanto da Autoridade Competente Indicada.

**Operador:** Empresa autorizada pela Autoridade Competente Indicada para realizar as atividades de armazenamento de CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos.

**Operações:** Todas e quaisquer atividades, quer de exploração, avaliação, desenvolvimento, armazenamento ou abandono, realizadas em seqüência, em conjunto, ou isoladamente pelo Operador.

**Permissão de Uso:** Permissão destinada ao uso do CO<sub>2</sub>, armazenado em um reservatório geológico.

**Pesquisa ou Exploração:** Conjunto de operações ou atividades destinadas a avaliar áreas, objetivando a descoberta, identificação e capacidade de locais (reservatórios geológicos) onde possa ser realizado o armazenamento do CO<sub>2</sub> (tem com base a Lei do Petróleo).

**Plano de Avaliação:** Documento preparado pelo Concessionário ou Operador, contendo o programa de trabalho e respectivo investimento necessários à avaliação da capacidade de armazenamento de CO<sub>2</sub> de um reservatório geológico.

**Plano de Desenvolvimento:** Documento preparado pelo Concessionário ou Operador, contendo o programa de trabalho e respectivos investimentos necessários ao desenvolvimento para o armazenamento de CO<sub>2</sub> de um reservatório geológico.

**Programa Anual de Armazenamento:** Programa em que se discriminam as previsões de armazenagem do CO<sub>2</sub> oriundas do processo de armazenamento de cada local/área.

**Programa Anual de Trabalho:** Conjunto de atividades a serem realizadas pelo Concessionário ou Operador no decorrer de um ano civil qualquer.

**Projeto de Controle Ambiental – PCA:** Documento elaborado pelo empreendedor, contendo os projetos executivos de minimização dos impactos ambientais, avaliados nas fases da Licença Prévia de Perfuração, Licença Prévia de Produção para Pesquisa e Licença de Instalação, com seus respectivos documentos (Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Proibições:** Termo utilizado para explicitar áreas ou recursos que não podem ser afetado com o CGS. Exemplo: não é permitido o CGS em áreas que extravasem os limites do território Nacional, não é permitido o CGS em colunas de águas subterrâneas potáveis e outros.

**Propriedade Intelectual:** Expressão genérica que pretende garantir a inventores ou responsáveis por qualquer produção do intelecto (seja nos domínios industrial, científico, literário e/ou artístico) o direito de auferir, ao menos por um determinado período de tempo, recompensa pela própria criação. Segundo definição da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), constituem propriedade intelectual as invenções, obras literárias e artísticas, símbolos, nomes, imagens, desenhos e modelos utilizados pelo comércio (definição dada pelo Museu Paraense Emilio Goeldi).

**Relatório de Avaliação Ambiental – RAA:** Documento elaborado pelo empreendedor, contendo: diagnóstico ambiental da área onde já se encontra implantada a atividade, descrição dos novos empreendimentos ou ampliações, identificação e avaliação do impacto ambiental e medidas mitigadoras a serem adotadas, considerando a introdução de outros empreendimentos (Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Relatório de Controle Ambiental – RCA:** Documento elaborado pelo empreendedor, contendo a descrição da atividade de perfuração, riscos ambientais, identificação dos impactos e medidas mitigadoras (Resolução CONAMA 23 de 07 de dezembro de 1994).

**Relatórios de Acompanhamento:** Documentos elaborados pelo Concessionário /Operador ou pela Autoridade Competente Indicada (na etapa de pós encerramento), com o objetivo de apresentar às Autoridades Competentes os estágios e ações executadas. Abrange as etapas de projeto/pesquisa, armazenagem, monitoramento pós injeção e pós encerramento.

**Reservatório Geológico de CO<sub>2</sub>:** Configuração geológica dotada de propriedades específicas, armazenadora de CO<sub>2</sub>

**Responsável pelas Apreciações dos Projetos:** Autoridade(s) Competente(s) Indicada(s) para analisar e dar o veredicto quanto à realização de projetos de CGS no país.

**Sanções:** Conjunto de regras relativas às penalidades aplicáveis em caso de infração às disposições adotadas na regulação do CGS.

**Seleção de Locais/Áreas:** Definição prévia pela Autoridade Competente Indicada dos locais que potencialmente podem ser utilizados como reservatórios/depósitos de CO<sub>2</sub>.

**Situações de Irregularidades e/ou Fugas:** Ocorrências de não conformidades com o estabelecido, podendo ou ocasionando fugas do CO<sub>2</sub> armazenado no reservatório geológico.

**Situações Transnacionais:** Ocorrências de casos em que os limites de um reservatório geológico de CO<sub>2</sub> possam envolver mais de um País

**Tipo de Regime:** As atividades de exploração, desenvolvimento e armazenamento de CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos serão exercidas mediante autorização (seguindo a Lei de Rejeitos Nucleares).

**Transferência de Responsabilidade:** Ação realizada após o cumprimento pelo Operador de todas as etapas do armazenamento geológico do CO<sub>2</sub>, incluindo as operacionais, as fiscais e as jurídicas, com o objetivo de transferir para a Autoridade Competente Indicada a responsabilidade pelo local/área onde foram realizadas as atividades de armazenamento do CO<sub>2</sub>.

**Trapping:** Processos físicos e geoquímicos pelos quais o CO<sub>2</sub> é injetado e armazenado no subsolo.